



TUGAS AKHIR – MO.141326

**ANALISIS NUMERIK TEGANGAN SISA DAN DISTORSI
ALUMINIUM 5083 DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK SEBAGAI
*WELDING HEAT INPUT***

SATRIO MUHAMMAD

NRP. 4312100041

Dosen Pembimbing :

Nur Syahroni, S.T., MT., Ph.D

Ir. Handayanu., M.Sc., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016



FINAL PROJECT – MO.141326

**NUMERICAL ANALYSIS ON RESIDUAL STRESS AND
DISTORTION OF ALUMINUM 5083 USING ELECTRICITY
CURRENT VARIETIES AS WELDING HEAT INPUT**

SATRIO MUHAMMAD

NRP. 4312100041

Supervisors :

Nur Syahroni, S.T., MT., Ph.D

Ir. Handayanu., M.Sc., Ph.D.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Marine Technology Faculty

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016

Analisis Numerik Tegangan Sisa Dan Distorsi Aluminium 5083
Dengan Variasi Arus Listrik Sebagai *Welding Heat Input*

TUGAS AKHIR






Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Satrio Muhammad

NRP. 4312 100 041

Disetujui oleh:

- | | |
|---|----------------|
| 1. Nur Syahroni, ST., M.Eng. | (Pembimbing 1) |
|  | |
| 2. Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D. | (Pembimbing 2) |
|  | |
| 3. Ir. Joswan Joesoef Soddjono, M.Sc. | (Penguji 1) |
|  | |
| 4. Ir. Mas Murtedjo, M.Eng. | (Penguji 2) |
|  | |
| 5. Ir. Wisnu Wardhana, SE., M.sc., Ph.D. | (Penguji 3) |
|  | |

SURABAYA, JULI 2016

ABSTRAK

Analisis Numerik Tegangan Sisa Dan Distorsi Aluminium 5083 Dengan Variasi Arus Listrik Sebagai *Welding Heat Input*

Nama Mahasiswa : Satrio Muhammad
NRP : 4312100041
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Nur Syahroni, S.T., MT., Ph.D
Ir. Handayanu., M.T., Ph.D.

Tegangan sisa (*residual stress*) merupakan salah satu faktor yang diperhitungkan untuk mengetahui adanya suatu potensi kegagalan (*failure*) pada suatu struktur. Distorsi dapat mengakibatkan terjadinya *missalignment* maupun gangguan distribusi pembebanan pada suatu struktur. Perhitungan numeris tegangan sisa dan perhitungan numeris distorsi diterapkan pada material Aluminium 5083 berukuran 300 mm x 150 mm x 12 mm yang disambungkan melalui proses pengelasan dengan arus listrik yang bervariasi yaitu 100 A, 125 A dan 150 A dengan 4 pass pengelasan dan tegangan listrik 21V. Perhitungan numeris tersebut dilakukan guna memvalidasi perhitungan distorsi yang dilakukan pada material dan variasi arus listrik pengelasan yang sama melalui proses pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) yang mengacu pada ASME Section II dan Section IX. Berdasarkan perhitungan numeris didapatkan nilai tegangan sisa maksimum 209 MPa dan distorsi maksimum senilai 2.04 mm untuk arus listrik 100 A yang menghasilkan 1680 watt *heat input*. Tegangan sisa maksimum senilai 211 MPa dan distorsi maksimum senilai 2.7 mm untuk arus listrik 125 A yang menghasilkan 2100 watt *heat input*. 214 MPa tegangan sisa maksimum dan distorsi maksimum senilai 3.63 mm untuk arus listrik 150 A yang menghasilkan 2520 watt *heat input*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah setiap 25 A kenaikan arus listrik pengelasan antara 100 A hingga 150 A terdapat peningkatan rata rata tegangan sisa maksimum senilai 1.18% dan distorsi maksimum senilai 33.05%. Didapatkan pula rata – rata selisih nilai distorsi antara perhitungan numeris dan uji laboratorium adalah senilai 5.36%

Kata Kunci—Tegangan sisa, distorsi, Aluminium 5083, Multi-pass, Single Pass, Heat Flux

ABSTRACT

NUMERICAL ANALYSIS ON RESIDUAL STRESS AND DISTORTION OF ALUMINUM 5083 USING ELECTRICITY CURRENT VARIETIES AS WELDING HEAT INPUT

Name : Satrio Muhammad
REG. : 4312100041
Department : Teknik Kelautan FTK-ITS
Supervisors : Nur Syahroni, S.T., MT., Ph.D
Ir. Handayanu., M.T., Ph.D.

Residual Stress is an important factor regarding the failure of a structure. The outcome of distortion occurring on a structure may lead to misalignment and load distribution disruption. Numerical calculations on residual stress and distortion are applied to Aluminum 5083 with the dimension of 300 mm x 150 mm x 12 mm outboarded by electricity current-varied-welding process. The variation of the welding electricity currents are 100 A, 125 A, and 150 A using 4 welding passes and 21 V of welding voltage. The numerical calculation on distortion validate the previous distortion data calculated using the method of laboratory process using similiar electricity-current-variation, similiar material properties and Gas Metal Arc Welding (GMAW) welding process according to ASME Section II and Section IX. According to the numerical calculation, 209 MPa of maximum residual stress and 2.04 mm of maximum distortion are obtained from 100 A welding electricity current which results in 1680 watt of Heat Input. Maximum residual stress of 211 MPa and maximum distortion of 2.7 mm are obtained from 125 A welding electricity current which results in 2100 watt of heat input. Maximum residual stress of 214 MPa and maximum distortion of 3.63 mm are obtained from 150 A welding electricity current which results in 2520 watt of heat input. As the conclusion of this study, For every 25 A increase in electricity current within the range of 100 A to 150 A, There would be an increase of maximum residual stress by 1.18% in average and an increase of maximum distortion by 33.05% in average. The average distortion difference between numerical calculation and laboratorial experiment is at 5.36%

Keywords —*Residual Stress, Distortion, Aluminium 5083, Multi-pass, Single Pass, Heat Flux*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABRL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Tegangan Sisa atau <i>Residual Stress</i>	5
2.2.2 Distribusi Tegangan Sisa.....	7
2.2.3 Perhitungan Tegangan Sisa	7
2.2.4 Distorsi	8
2.2.5 Metode Elemen Hingga.....	10
2.2.6 Heat Input	15
2.2.7 Heat Transfer	16
2.2.8 Aluminium 5083.....	19
2.2.9 Pengelasan GMAW	22
2.2.10 Elektroda.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Metode Penelitian.....	27
3.2 Prosedur Penelitian.....	28
3.2.1 Studi Literatur.....	28
3.2.2 Pengumpulan Data.....	29

3.2.3	Pemodelan Geometri Menggunakan <i>Software</i> SOLIDWORKS	33
3.2.4	Analisa Thermal	33
3.2.4.1	Start Preference Thermal	35
3.2.4.2	Membuat dan Operasi Geometri.....	35
3.2.4.3	Input Thermal Properties	36
3.2.4.4	Meshing	37
3.2.4.5	Write: Environmental Thermal.....	39
3.2.4.6	Switch Element.....	40
3.2.4.7	Read Environment “Thermal”	40
3.2.4.8	Apply Heat Flux	40
3.2.4.9	Solve Load Step 1-n	41
3.2.5	Analisa Struktural.....	44
3.2.5.1	Alur Pengerjaan Analisa Struktural.....	44
3.2.5.2	Read Environment “Structural”	44
3.2.5.3	Apply Displacement	45
3.2.5.4	Input Hasil Pembebanan	46
3.2.5.5	Solve Load Step.....	46
3.2.5.6	Post Processor.....	47
3.2.6	Analisa Data	47
3.2.7	Hasil Eksperimen.....	47
3.2.8	Validasi Hasil Simulasi	50
3.2.9	Kesimpulan.....	50
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	51
4.1	Tegangan Sisa Model Single Pass	51
4.2	Tegangan Sisa Model Multi Pass	53
4.3	Distorsi Model Single Pass.....	55
4.4	Distorsi Model Multi Pass	62
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh <i>Thermal Efficiency</i> pada Jenis Pengelasan yang Berbeda	16
Tabel 2.2. <i>Physical Properties</i> Aluminium 5083	21
Tabel 2.3 <i>Mechanical Properties</i> Aluminium 5083 ketebalan 6.3 – 80 mm	21
Tabel 2.4 Pemilihan <i>Filler Metal</i> sesuai dengan Logam induk.....	24
Tabel 2.5 Komposisi Kimia <i>Filler Metal</i>	25
Tabel 3.1 Data Kecepatan Pengelasan.....	31
Tabel 3.2 <i>Heat Flux</i> Pengelasan (Watt/m^2) Terhadap Arus Listrik dan Panjang <i>Meshing</i> pada model <i>Single Pass</i>	38
Tabel 3.3 <i>Heat Flux</i> Pengelasan (Watt/m^2) Terhadap Arus Listrik dan Panjang <i>Meshing</i> pada model <i>Multi Pass</i>	38
Tabel 3.4 Data Hasil Perubahan Distorsi 100 A.....	48
Tabel 3.5 Data Hasil Perubahan Distorsi 125 A.....	48
Tabel 3.6 Data Hasil Perubahan Distorsi 150 A.....	49
Tabel 4.1. Distorsi Maksimum (mm) Berdasarkan Arus Listrik (A) dan Jumlah Nodal	61
Tabel 4.2. Perbandingan antara Uji Lab. dengan Perhitungan Numerik Distorsi pada Variasi Arus Listrik 100 A.....	63
Tabel 4.3. Perbandingan antara Uji Lab. dengan Perhitungan Numerik Distorsi pada Variasi Arus Listrik 125 A.....	67
Tabel 4.4 Perbandingan antara Uji Lab. dengan Perhitungan Numerik Distorsi pada Variasi Arus Listrik 150 A.....	71
Tabel 4.5. <i>Meshing Sensitivity</i> Distorsi Maksimum (mm)	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Terbentuknya Tegangan Sisa.....	6
Gambar 2.2 Distribusi Tegangan Sisa Pada Sambungan Tumpul	7
Gambar 2.3 Macam – Macam Distorsi.....	9
Gambar 2.4 Geometri Elemen SOLID70	11
Gambar 2.5 Bentuk elemen yang dapat dibentuk SOLID70	12
Gambar 2.6 Bentuk elemen yang dapat dibentuk SOLID 90	12
Gambar 2.7 Aplikasi Aluminum 5083 pada <i>Speed Boat</i>	21
Gambar 2.8 Model 3 Dimensi Material.....	22
Gambar 2.9 Pengelasan GMAW atau MIG.....	22
Gambar 2.10 Sistem Pengelasan GMAW	23
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	27
Gambar 3.2 Grafik <i>Thermal Conductivity</i> Terhadap Temperature	29
Gambar 3.3 Grafik Modulus Young Terhadap Temperatur	30
Gambar 3.4 Grafik <i>Specific Heat</i> Terhadap Temperatur.....	30
Gambar 3.5 Sudut <i>Bevel</i> , <i>Root Face</i> dan <i>Root Gap</i>	32
Gambar 3.6 Diagram Alur Analisa Thermal	34
Gambar 3.7 Model Material Tampak Atas.....	36
Gambar 3.8 Model Kampuh Las Material.....	36
Gambar 3.9 Hasil Meshing Ukuran 3.5 mm (41.219 nodal) Tampak Isometri.....	37
Gambar 3.10 Hasil Meshing Ukuran 3.5 mm (41.219 nodal) Tampak Samping.....	37
Gambar 3.11 Hasil Meshing Ukuran 4 mm (27.059 nodal) Tampak Isometri.....	38
Gambar 3.12 Hasil Meshing Ukuran 4 mm (27.059 nodal) Tampak Samping.....	38
Gambar 3.13 Hasil Meshing Ukuran 5 mm (17.567 nodal) Tampak Isometri.....	38
Gambar 3.14 Hasil Meshing Ukuran 5 mm (17.567 nodal) Tampak Samping.....	39
Gambar 3.15 Hasil Meshing Ukuran 6.5 mm (16.139 nodal) Tampak Isometri.....	39
Gambar 3.16 Hasil Meshing Ukuran 6.5 mm (16.139 nodal) Tampak Samping.....	39
Gambar 3.17 Simulasi Proses Pengelasan.....	41
Gambar 3.18 Distribusi Temperatur dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A.....	42
Gambar 3.19 Distribusi Temperatur dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A.....	42
Gambar 3.20 Distribusi Temperatur dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A.....	43
Gambar 3.21 Diagram Alur Analisa Struktural.....	44
Gambar 3.22 <i>Tack Weld</i> pada Material Pengujian Laboratorium	45

Gambar 3.23 Ilustrasi <i>Boundary Condition</i>	45
Gambar 3.24 Aplikasi <i>Boundary Condition</i> pada ANSYS Mechanical APDL	46
Gambar 3.25 Contoh Hasil Rentang Tegangan pada Material Berdasarkan Perhitungan Software	47
Gambar 4.1 <i>Path-Line</i> sebagai penentu panjang distribusi Tegangan Sisa.....	51
Gambar 4.2 Tegangan Sisa dengan Variasi Arus Listrik 100 A	52
Gambar 4.3 Tegangan Sisa dengan Variasi Arus Listrik 125 A	52
Gambar 4.4 Tegangan Sisa dengan Variasi Arus Listrik 150 A	53
Gambar 4.5 Grafik <i>Residual Stress</i> pada variasi 100 A	54
Gambar 4.6 Grafik <i>Residual Stress</i> pada variasi 125 A	54
Gambar 4.7 Grafik <i>Residual Stress</i> pada variasi 150 A	54
Gambar 4.8 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan <i>Meshing</i> 0.35 mm	55
Gambar 4.9 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan <i>Meshing</i> 0.4 mm	56
Gambar 4.10 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan <i>Meshing</i> 0.5 mm	56
Gambar 4.11 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan <i>Meshing</i> 0.65 mm	57
Gambar 4.12 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan <i>Meshing</i> 0.35 mm	57
Gambar 4.13 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan <i>Meshing</i> 0.4 mm	58
Gambar 4.14 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan <i>Meshing</i> 0.5 mm	58
Gambar 4.15 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan <i>Meshing</i> 0.65 mm	59
Gambar 4.16 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan <i>Meshing</i> 0.35 mm.....	59
Gambar 4.17 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan <i>Meshing</i> 0.4 mm	60
Gambar 4.18 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan <i>Meshing</i> 0.5 mm	60
Gambar 4.19 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan <i>Meshing</i> 0.65 mm	61
Gambar 4.20 Grafik Deformasi (mm) Berdasarkan Arus Listrik Pengelasan (A) dan Jumlah Nodal	62
Gambar 4.21 Garis Identifikasi Distorsi.....	62
Gambar 4.22 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A Model <i>Multi Pass</i>	63
Gambar 4.23 Distorsi 2D (cm) Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 100 A	64
Gambar 4.24 Garis Kontur Distorsi Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 100 A	64
Gambar 4.25 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 1 dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A.....	65

Gambar 4.26 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 2 dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A	65
Gambar 4.27 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 3 dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A	66
Gambar 4.28 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A Model <i>Multi Pass</i>	66
Gambar 4.29 Distorsi 2D (cm) Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 125 A	68
Gambar 4.30 Garis Kontur Distorsi Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 125 A	68
Gambar 4.31 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 1 dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A.....	69
Gambar 4.32 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 2 dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A.....	69
Gambar 4.33 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 3 dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A.....	69
Gambar 4.34 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A Model <i>Multi Pass</i>)	70
Gambar 4.35 Distorsi 2D (cm) Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 150 A	71
Gambar 4.36 Garis Kontur Distorsi Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 125 A	72
Gambar 4.37 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 1 dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A.....	72
Gambar 4.38 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 2 dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A.....	73
Gambar 4.39 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 3 dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A.....	73
Gambar 4.39 Grafik Meshing Sensitivity Distorsi Maksimum (mm)	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tegangan sisa atau *residual Stress* merupakan salah satu faktor yang diperhitungkan untuk mengetahui adanya suatu potensi kegagalan atau *failure* pada suatu struktur. Penentuan terhadap adanya potensi kegagalan melalui perhitungan tegangan sisa tersebut akan berkaitan dengan tingkat keselamatan dan keamanan suatu struktur (Whiters, 2007). Tegangan sisa pada material seperti aluminium memiliki korelasi terhadap Kelelahan dan faktor kegagalan lainnya. Residual stress tidak dapat dihindari dan dapat terbentuk ketika proses fabrikasi struktur dilakukan maupun ketika masa operasi dari struktur tersebut. Distorsi yang terjadi pada suatu material dapat mengakibatkan bentuk dari struktur akhir yang tidak memenuhi syarat, menyebabkan terjadinya *missalignment* dalam proses manufacturing, bagian terdistorsi akan menjadi bagian lemah hingga mengganggu distribusi gaya pada material.

Proses pengelasan yang bervariasi menyebabkan hasil pengelasan yang berbeda – beda. Proses pengelasan yang bervariasi tersebut memiliki perbedaan dalam beberapa hal mulai dari jenis pengelasan seperti SMAW, SAW, GMAW, GTAW, FCAW, perbedaan jenis elektroda yang digunakan hingga *input energy* yang berbeda beda. Hasil *Welding* (Pengelasan) yang berbeda – beda akibat jenis pengelasannya tersebut memiliki implikasi terhadap material sambungan atau objek pengelasannya. Berdasarkan hasil uji laboratorium, Semakin besar *heat Input* yang diberikan yaitu 100 A, 125 A dan 150 A, maka distorsi yang terjadi juga semakin besar. Hal ini dikarenakan ketika material diberikan beban panas, suhu pada spesimen mengalami peningkatan. Pada suhu tinggi, atom – atom akan bergerak lebih cepat dan membentur atom – atom yang ada disampingnya. Akibat dari benturan ini, atom – atom membutuhkan ruang yang lebih luas sehingga mengakibatkan material berubah bentuk (Detta, 2015). Berdasarkan hal tersebut, maka analisa secara numerik terhadap tegangan sisa dan distorsi dari proses

pengelasan dengan variasi Arus listrik atau *Electricity Current* (Ampere) diperlukan guna mem-validasi nilai dari tiap metode.

Aluminum memiliki beberapa faktor keunggulan dalam industri manufaktur, diantaranya seperti *strength-to-weight ratio*, *ductility*, sifat material terhadap korosi hingga faktor ekonomi sehingga banyak struktur operasi menggunakan material aluminum (Jones, 2014). Aluminium dengan jenis Al 5083 yang jamak digunakan dalam industri kemaritiman karena sifatnya yang relatif baik terhadap korosi terhadap lingkungan air laut (Mutombo, 2011). Karena penggunaannya dalam Industri-Industri maritim tersebut, maka diperlukan kualitas material struktur yang terjaga dari sisi kekuatan hingga faktor ekonomis, sehingga proses *checking* dan kalkulasi yang tepat diperlukan.

Tegangan sisa yang terbentuk akibat adanya siklus pemanasan dan pendinginan yang kompleks di area material yang mengalami pengelasan sehingga mengakibatkan peregangan-*thermal* yang bersifat *transient* atau sementara yang membuat material tersebut mengalami perubahan *thermic* baik ekspansi maupun kontraksi. Ekspansi dan Kontraksi tersebut menimbulkan *stress* yang tersimpan dalam material tersambung tersebut dan stress itulah yang dinamakan sebagai tegangan sisa atau *Residual Stress*. Contoh kegagalan yang terjadi pada struktur aluminium adalah pada tanki bahan bakar yang mengalami *cracking* setelah melakukan perjalanan darat sejauh 1600 km yang kemudian dianalisa menggunakan *Finite Element Methode*. Proses analisis tersebut menyimpulkan bahwa *crack* terjadi karena distorsi dari hasil pengelasan yang buruk, menyebabkan terjadinya kegagalan pada struktur. (James, 2010)

1.2 Perumusan Masalah

- 1.2.1 Berapakah nilai tegangan sisa pada sambungan plat aluminum A5083 menggunakan metode numerik dengan variasi arus listrik pengelasan 100A, 125A dan 150A?

- 1.2.2 Bagaimana bentuk distorsi pada plat sambungan aluminium A5083 melalui perhitungan numerik dengan variasi arus listrik pengelasan 100A, 125A, dan 150A?
- 1.2.3 Bagaimana perbandingan hasil distorsi pada plat sambungan aluminium A5083 berdasarkan perhitungan metode numerik dan hasil uji laboratorium dengan variasi arus listrik pengelasan?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Mendapatkan nilai tegangan sisa pada plat tersambung Aluminium A5083 dengan proses pengelasan menggunakan 3 jenis arus listrik sebagai *Heat Input* yang berbeda menggunakan metode numerik
- 1.3.2 Menentukan distorsi pada plat tersambung Aluminium A5083 dengan proses pengelasan menggunakan 3 jenis arus listrik sebagai *Heat Input* yang berbeda menggunakan metode numerik.
- 1.3.3 Menentukan perbandingan hasil distorsi pada plat Aluminium tersambung berjenis A5083 yang di las dengan menggunakan 3 jenis arus listrik yang berbeda antara hasil perhitungan melalui metode numerik dan perhitungan hasil uji laboratorium

1.4 Manfaat

Penelitian ini dapat memberikan pemahaman terhadap karakteristik tegangan sisa dan distorsi pada plat Aluminium tersambung jenis A5083 yang di las dengan tiga arus listrik yang berbeda yaitu 100A, 125A dan 150A

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan batasan masalah, yaitu:

- Material yang digunakan adalah Aluminium A5083
- Pada plat sambungan Aluminium dengan hasil distorsi melalui uji laboratorium menggunakan pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) dengan elektroda berjenis ER5356 1.2 mm, posisi pengelasan 1G dengan jenis sambungan single V butt joint dan prosedur pengelasan yang mengacu pada ASME section II dan IX.

- Parameter perhitungan pada *Heat Input* dalam proses perhitungan yang diubah adalah Arus Listrik (Ampere (A)) dengan nilai 100 Ampere, 125 Ampere dan 150 Ampere.
- Tegangan Listrik (Voltase) pada parameter perhitungan *heat input* dianggap konstan yaitu sebesar 21 Volt untuk semua variasi arus listrik pengelasan.
- *Thermal Efficiency* untuk menghitung nilai *Heat Input* pada perhitungan numerik adalah sama dengan nilai *thermal efficiency* perhitungan uji laboratorium
- *Filler Metal* atau elektroda dan *Tack Weld* pada pengelasan tidak dimodelkan
- Pada pemodelan numerik metode *singlepass*, perhitungan distorsi pada titik titik uji dilakukan di akhir proses pengelasan pass ke 4 setelah melalui proses pendinginan 7200 detik.
- Pada pemodelan numerik metode *multipass*, perhitungan distorsi pada titik titik uji dilakukan di akhir proses pengelasan pass 1 hingga 4 setelah melalui proses pendinginan selama 7200 detik.
- Pengaruh aliran panas secara radiatif diabaikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perubahan distorsi pada material plat aluminum A5083 dengan dimensi 300 mm x 150 mm x 12 mm dan *Bevel* bertipe *single V* telah diperhitungkan oleh (Detta, 2015) dengan cara membagi keseluruhan plat menjadi 10 titik dan kemudian memvariasikan proses pengelasan dengan arus listrik yaitu 100 A, 125 A dan 150 A sehingga didapatkan kesimpulan semakin tinggi *Heat Input* maka distorsi akan semakin besar. Penelitian ini dilanjutkan melalui validasi dengan menggunakan metode numeris

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Ali, 2011) menggunakan material dengan dimensi jenis yang sama, mendapatkan hasil penurunan tegangan sisa pada material yang di las tersebut dengan menggunakan perlakuan *Heat Treatment* 3 variasi durasi. Hasil kalkulasi numeris yang dilakukan pada percobaan tersebut mendapatkan tegangan sisa yang lebih rendah pada proses perlakuan *Heat Treatment* dengan nilai durasi yang lebih tinggi .

2.2 Dasar Teori

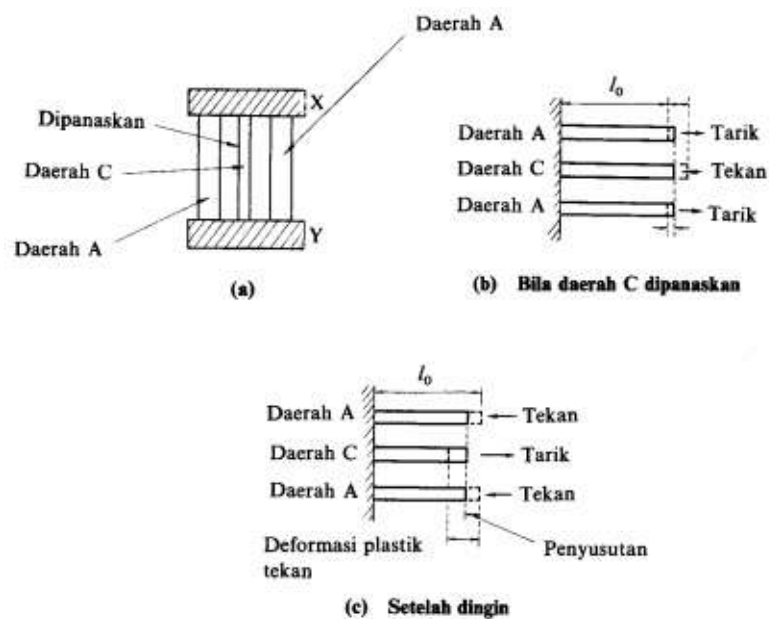
2.2.1 Tegangan Sisa atau *Residual Stress*

Tegangan sisa dapat terjadi pada material yang dikenai perubahan temperatur non-*uniform* atau biasa disebut sebagai tegangan panas. Selama proses produksi, tegangan sisa pada logam dapat terbentuk akibat *roll, casting, forging, bending, grinding, shearing* dan *welding* atau pengelasan. Melalui proses pengelasan, faktor – faktor yang membentuk adanya tegangan sisa antara lain batas transformasi dan batas luluh bahan, suhu pemanasan, kecepatan pendinginan dan pemanasan awal.

Pada proses pengelasan suatu material, terjadi siklus pemanasan dan pendinginan yang kompleks di area material yang mengalami pengelasan. Siklus pemanasan dan pendinginan tersebut mengakibatkan adanya peregangan-*thermal* yang bersifat *transient* atau sementara

sehingga material tersebut mengalami perubahan *thermic* baik ekspansi maupun kontraksi. Ekspansi dan Kontraksi tersebut menimbulkan *stress* yang tersimpan dalam material tersambung tersebut dan stress itulah yang dinamakan sebagai tegangan sisa atau *Residual Stress* sehingga Tegangan sisa tersebut merupakan tegangan yang terdapat pada material tersambung tanpa adanya pembebanan dari luar atau *External Loading*.

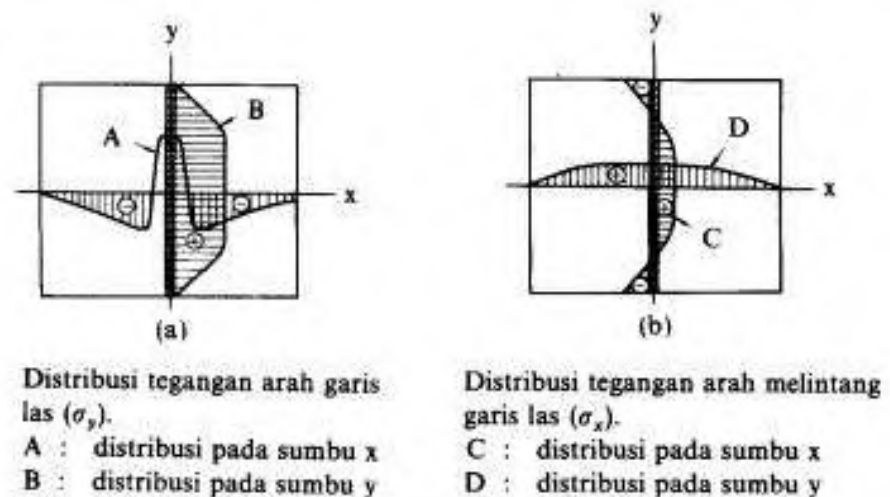
Proses terjadinya tegangan sisa diilustrasikan sesuai dengan gambar 2.1 yaitu daerah C yang mengalami ekspansi pada saat proses pengelasan. Daerah C yang terekspansi mendesak daerah A sehingga daerah C mengalami tegangan tekan dan daerah A mengalami tegangan tarik. Apabila luasan daerah A lebih luas dari pada daerah C, maka daerah C akan mengalami perubahan bentuk secara plastis sedangkan daerah A mengalami perubahan bentuk secara elastis. Memasuki fasa pendinginan yaitu disaat proses pengelasan telah selesai dilakukan, Daerah C akan mengalami penyusutan yang juga teramplifikasi oleh adanya tegangan tekan. Penyusutan pada daerah C akan ditahan oleh daerah A sehingga daerah C akan tegangan tarik dan daerah A akan mengalami tegangan Tekan,



Gambar 2.1 Ilustrasi Terbentuknya Tegangan Sisa (Wiryosumarto,2000)

2.2.2 Distribusi Tegangan Sisa

Pada material berbentuk plat dengan pengelasan tumpul, distribusi tegangan sisa material yang dilas bergantung pada jenis dan bentuk pengelasan. Garis pengelasan dengan arah memanjang kekuatan luluh mencapai titik tertinggi di sepanjang garis pengelasan, sedangkan akan mencapai titik mendekati 0 (nol) pada ujung plat. Garis pengelasan arah melintang akan membentuk kesetimbangan antara tegangan tekan dan tarik. Perbandingan pengelasan yaitu searah garis pengelasan dan melintang diilustrasikan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Distribusi Tegangan Sisa Pada Sambungan Tumpul
(Wiryosumarto, 2000)

2.2.3 Perhitungan Tegangan Sisa

Perhitungan tegangan sisa dilakukan dengan cara menghitung ukuran dari bagian material yang akan dihitung tegangan sisanya dan ukuran semula. Pengukuran tersebut dilakukan untuk mendapatkan regangan sisa yang terjadi pada material Hukum Hooke menyatakan bahwa perubahan ukuran merupakan implikasi terhadap adanya tegangan yang dirumuskan sebagai:

$$\sigma = E \frac{\Delta l}{l} \quad (2.1)$$

E = Modulus Elastisitas

σ = Tegangan Sisa
 Δl = Perbedaan Panjang
 l = Panjang Mula Mula

Pada perhitungan 2 dimensi, rumus perhitungan tegangan sisa (Wiryosumarto, 2000) menjadi:

$$\sigma_x = \frac{E}{1 - \nu^2}(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y) \quad (2.2)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1 - \nu^2}(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x) \quad (2.3)$$

σ_x = Tegangan sisa tegak lurus garis las

σ_y = Tegangan sisa searah garis las

ν = *Poisson Ratio*

ε_x = Regangan sisa tegak lurus garis las

ε_y = Regangan sisa searah garis las

2.2.4 Distorsi

Distorsi merupakan perubahan bentuk geometri material akibat suatu pembebanan. Beban tersebut dapat berbentuk mekanis maupun proses fisika-kimia. Distorsi terbagi atas beberapa jenis, yaitu Distorsi elastis, Distorsi plastis dan Distorsi radial. Distorsi Elastis merupakan Distorsi tidak tetap dimana perubahan suatu struktur akan kembali ke kondisi awal bentuk struktur tersebut. Distorsi Plastis merupakan perubahan bentuk suatu struktur yang bersifat tetap karena beban luar yang dikenakan pada suatu material tersebut melebihi batas tegangan maksimum elastis. Distorsi Radial merupakan perubahan bentuk ke arah radial akibat *axis-symmetric force* dan Momen Bending

Pada proses pengelasan, distorsi dan tegangan sisa memiliki hubungan yang saling berkaitan.. Proses pemanasan dan pendinginan dalam keseluruhan proses pengelasan mengakibatkan adanya regangan antara logam induk (*Base Metal*) dan logam las (*weld metal*) Peregangannya yang terjadi tersebut mengakibatkan adanya tegangan dalam material yang

menyebabkan terjadinya *buckling* maupun *bending*. Perubahan bentuk (*buckling* maupun *bending*) inilah yang disebut distorsi. Distorsi dapat terjadi apabila logam las dibiarkan bergerak leluasa selama proses pendinginan. sehingga distorsi terjadi karena adanya pemuaian dan penyusutan yang bebas akibat siklus termal las. Kontrol terhadap distorsi dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu :

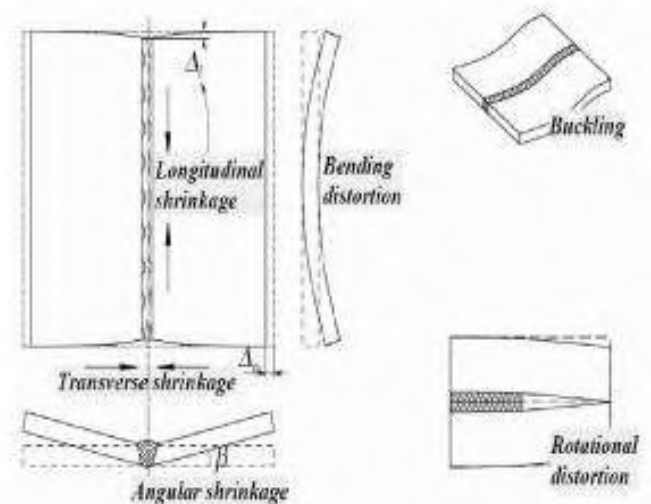
1. Apabila *Base Metal* ditujukan untuk tidak mengalami distorsi, maka dapat dilakukan *fixturing* namun proses ini akan mengakibatkan adanya internal stress
2. Apabila *Base Metal* ditujukan untuk mentolerir tingkatan distorsi tertentu hingga bebas sempurna, maka *fixturing* bisa tidak perlu dilakukan.

Distorsi memiliki beberapa konsekuensi (Purwanto, 2007) seperti:

- 2.2.5 Bentuk akhir tidak memenuhi syarat baik keindahan maupun letak'
- 2.2.6 Terjadi *misalignment*
- 2.2.7 Dapat menjadi bagian terlemah
- 2.2.8 Mengganggu distribusi gaya

Macam-macam distorsi yang terjadi pada pengelasan:

1. *Transverse shrinkage*
2. *Longitudinal shrinkage*
3. *Longitudinal distortion*
4. *Angular distortion*
5. *Rotational distortion*
6. *Buckling distortion*



Gambar 2.3 Macam – Macam Distorsi (Purwanto, 2007)

2.2.5 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga merupakan metode numerik untuk memperhitungkan persamaan differential dengan suatu kondisi batas tertentu. Metode elemen hingga digunakan dengan cara membagi suatu struktur menjadi bagian bagian yang lebih kecil (*meshing*) sehingga perhitungan struktur secara global dapat dihitung melalui reaksi yang terjadi pada tiap tiap elemen kecil.

Dalam software komputasi metode elemen hingga seperti ANSYS, material di gambarkan sebagai material 3 Dimensi. Software komputasi tersebut secara umum bekerja dalam 8 tahap, yaitu:

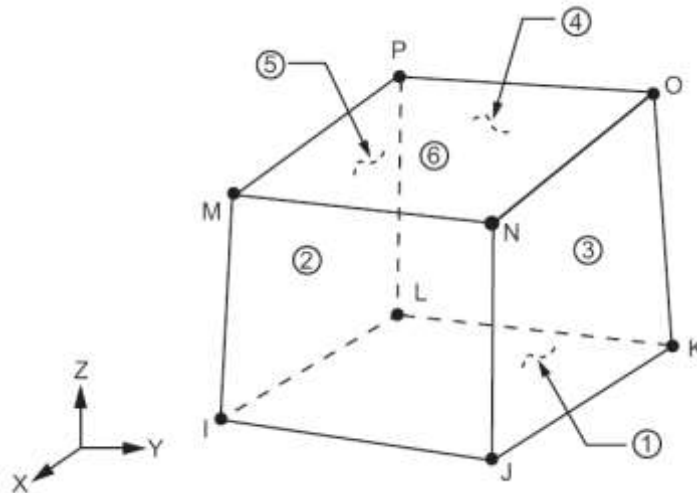
1. Pendiskritan dan Pemilihan Jenis Elemen

Pemilihan jenis elemen merupakan tahapan yang dapat menentukan keakuratan hasil analisa baik sturktural maupun thermal. Jenis elemen dipilih sesuai dengan karakteristik analisa agar dapat menghasilkan perhitungan yang mendekati keadaan sebenarnya. Hasil analisa yang mendekati keadaan sebenarnya juga tergantung dari pendiskritan yang mana dalam pemodelan disebut dengan proses *meshing*. Ukuran yang dipilih ketika proses *meshing* harus mewakili keadaan struktur sebenarnya. Semakin kecil ukuran *meshing* akan membutuhkan kapasitas hardisk dan

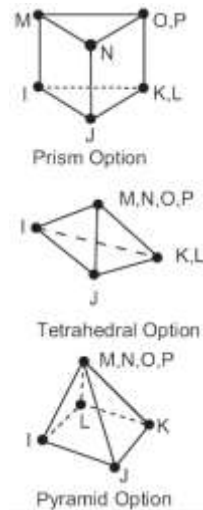
memori yang cukup besar. Hal ini karena input data *software* semakin banyak sehingga untuk proses akan lebih berat.

Meshing yaitu membagi struktur menjadi beberapa elemen kecil digunakan pada analisa dengan kondisi yang mengalami perubahan drastis. *meshing* ukuran elemen besar digunakan untuk analisa yang perubahannya cenderung konstan.

Jenis elemen yang digunakan pada analisa termal adalah SOLID 70 dan SOLID 90 Seperti pada Gambar 2.4 dan 2.6. Elemen SOLID 70 dan SOLID 90 memiliki delapan node dengan masing-masing node memiliki satu derajat kebebasan dan temperatur. Elemen ini memiliki kemampuan menghantarkan panas sehingga dapat digunakan untuk analisa termal *transient* dan *steady-state*. Elemen SOLID70 dan SOLID 90 dapat membentuk elemen dengan bentuk elemen prisma, tetrahedral, dan juga piramida. Elemen ini didefinisikan dengan delapan node dan ortotropik material propertis. Untuk analisa *steady-state* spesifik heat dan massa jenis dapat diabaikan. Elemen yang memiliki kemampuan menghantarkan panas ini otomatis dapat juga digunakan untuk analisa struktural.

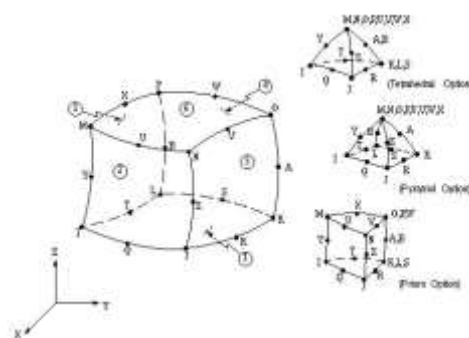


Gambar 2.4 Geometri Elemen SOLID70 (Kurniawan. 2009)



Gambar 2.5 Bentuk elemen yang dapat dibentuk SOLID70 (Kurniawan. 2009)

Jenis elemen yang digunakan pada analisa struktural adalah SOLID 70 dan SOLID 90 yang memiliki delapan node dengan masing-masing node memiliki tiga derajat kebebasan. Elemen ini dapat bertranslasi ke arah sumbu x dan y. Elemen ini memiliki kemampuan berdefleksi dan meregang secara besar karena memiliki sifat plastis. Elemen SOLID70 dan SOLID 90 dapat membentuk elemen dengan bentuk elemen prisma, heksagonal dan tetrahedral. Elemen ini didefinisikan dengan delapan node dan ortotropik material propertis. Pada permukaan elemen dapat diberikan beban tekan.



Gambar 2.6 Bentuk elemen yang dapat dibentuk SOLID 90
(Sumber: http://www.ansys.stuba.sk/html/elem_55/chapter4/ES4-90.htm)

2. Pemilihan fungsi displasmen

Menentukan fungsi displasmen yang didefinisikan pada tiap elemen dengan menggunakan nilai parameter di tiap node elemen. Fungsi yang digunakan adalah fungsi polinomial, linear kuadratik, kubik, atau deret trigonometri.

3. Definisi hubungan regangan-displasmen dan tegangan-regangan

Dapat ditentukan hubungan regangan akibat displasmen yang sudah ditentukan pada tahap sebelumnya. Hubungan tegangan-regangan nanti akan digunakan dalam proses penurunan persamaan untuk masing-masing elemen.

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon^{el}\} \quad (2.4)$$

Dimana,

$\{\sigma\}$ = vektor tegangan = $[\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \sigma_{xy} \ \sigma_{yz} \ \sigma_{xz}]^T$

$[D]$ = matrik kekakuan elastis atau matrik *stress-strain*

$\{\varepsilon^{el}\}$ = $\{\varepsilon - \varepsilon^{th}\}$ = vektor regangan elastis

$\{\varepsilon\}$ = vektor regangan total = $[\varepsilon_x \ \varepsilon_y \ \varepsilon_z \ \varepsilon_{xy} \ \varepsilon_{yz} \ \varepsilon_{xz}]^T$

$\{\varepsilon^{th}\}$ = vektor regangan termal

$$\{\varepsilon^{th}\} = \{\varepsilon^{th}\} + [D]^{-1}\{\sigma\} \quad (2.5)$$

Untuk kasus tegangan sisa pada model 3-dimensi, maka pada persamaan regangan termal dapat diubah menjadi,

$$\{\varepsilon^{th}\} = \Delta T [\alpha_x \ \alpha_y \ \alpha_z \ 0 \ 0 \ 0]^T \quad (2.6)$$

Dimana,

α_x = koefisien ekspansi termal arah sumbu-x

ΔT = perbedaan temperatur yang ditinjau dengan temperatur referensi.

4. Penggabungan persamaan elemen dengan penentuan kondisi batas

Pada tahap bertujuan untuk mendapatkan matriks kekakuan global yang bersifat *singular*. Kondisi batas digunakan untuk menghilangkan singularitasnya. Matriks kekakuan global didapatkan dengan cara menggabungkan persamaan elemen pada tahap empat menggunakan metode kekakuan langsung.

Matrik kekakuan $[D]^{-1}$ adalah,

$$[D]^{-1} = \begin{bmatrix} 1/E_x & -v_{xy}/E_x & -v_{xz}/E_x & 0 & 0 & 0 \\ -v_{yx}/E_y & 1/E_y & -v_{yz}/E_y & 0 & 0 & 0 \\ -v_{zx}/E_z & -v_{zy}/E_z & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{yz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{xz} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Dimana,

E_x = modulus elastisitas arah x

v_{xy} = mayor *poisson ratio*

v_{yx} = minor *poisson ratio*

G_{xy} = modulus geser bidang x-y

Untuk material isotropik maka $E_x = E_y = E_z$ dan $v_{xy} = v_{yz} = v_{xz}$

5. Penyelesaian derajat kebebasan yang belum diketahui

Mendapatkan hasil besaran dengan menggunakan metode eliminasi (misalkan metode *gauss*) dan iterasi (misalkan metode *gauss-siedel*).

6. Penentuan regangan dan tegangan elemen

Perhitungan regangan dan tegangan yang terjadi pada elemen berdasarkan hasil dari tahap enam.

7. Penampilan hasil

Hasil yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafis dan ilustrasi efek pembebanan terhadap material sehingga mempermudah pembacaan hasil

2.2.6 *Heat Input*

Peleburan logam dalam proses pengelasan memerlukan energi panas. Peralatan las menggunakan listrik sebagai sumber energi sehingga perhitungan energi panas yang diperlukan dalam proses pengelasan dilakukan dengan prinsip konversi energi listrik sebagai sumber energi menjadi energi panas sebagai hasil atau *output*. *Output* berupa energi panas yang dihasilkan oleh peralatan las tersebut digunakan sebagai energi yang mengalami kontak hingga melelehkan *Base Metal* dan *Weld Metal* sehingga proses ini disebut sebagai *Heat Input*.

Heat Input dihitung dengan cara mengalikan tegangan listrik atau voltase (V) dari sumber listrik dengan arus listrik atau *Current* (A) sehingga mendapatkan *Power* (W). *Power* tersebut dihitung terhadap tiap satuan kepanjangan garis las dalam satu satuan waktu tertentu yaitu 1 detik, sehingga *Power* tersebut dibagi terhadap kecepatan pengelasan atau *welding speed* atau *travelling speed*. Energi panas yang dihasilkan dari peralatan pengelasan tersebut tidak 100% mengenai objek pengelasan namun terbuang sebagian ke lingkungan, sehingga *Power* yang diperhitungkan terhadap satu satuan kepanjangan garis las tersebut dikalikan terhadap tingkat efisiensi yang bergantung dari jenis pengelasannya. Penjelasan tersebut dituliskan dalam rumus 2.18 sebagai berikut:

$$Q = \eta VI \quad (2.8)$$

Q = *Heat Input* (J/mm)

η = *Thermal Eficiency* (%)

V = *Voltage* (V)

I = *Current* (A)

Tabel 2.1 Contoh *Thermal Efficiency* pada Jenis Pengelasan yang Berbeda (AWS D 1.1)

Jenis Pengelasan	Efisiensi <i>Thermal</i> (η)
SAW (Baja)	0.91 – 0.99
SMAW (Baja)	0.66 – 0.85
GMAW CO ₂ (Baja)	0.75 – 0.93
GMAW Ar (Baja)	0.66 – 0.7
GTAW Ar (Baja)	0.23 – 0.75

Arus Listrik memiliki kaitan dalam kemampuan peralatan las untuk melakukan penetrasi. Tingkat arus las yang semakin tinggi memiliki daya penetrasi yang semakin kuat dan juga memperlebar area HAZ atau *Heat Affected Zone*, demikian sebaliknya. Pemakaian arus las semakin tinggi juga dapat memperlebar manik las. Arus listrik pada pengelasan juga mempengaruhi dilusi atau pencampuran. Dimana semakin besar tingkat arus las maka semakin besar juga dilusi yang artinya semakin banyak bagian logam induk yang mencair. Besarnya arus pengelasan ditentukan oleh diameter elektroda. Semakin besar diameter elektroda yang dipakai maka semakin tinggi arus las yang diperlukan

2.2.7 *Heat Transfer*

Pada suatu material yang mengalami proses pemanasan dengan gradien suhu yang tajam antara suhu mula mula material dengan suhu pemanasan las, maka akan membentuk distribusi panas hingga keseluruhan bagian material. Secara umum perpindahan panas atau *Heat Transfer* dapat dibedakan menjadi Konduksi, konveksi dan Radiasi dimana pada proses pengelasan ini, energi panas yang terdistribusi pada keseluruhan bagian material merupakan perilaku konduksi mengingat konduksi terjadi pada 1 medium atau material yang sama. Melepasnya energi panas dari material

maupun panas dari alat las ke lingkungan yaitu udara merupakan proses konveksi. Berdasarkan Hukum *fourier*, kerapatan aliran panas atau *Heat Flow Density* bergantung dari gradien temperatur yang dikalikan dengan faktor koefisien konduktifitas panas atau dengan kata lain panas yang berpindah mengalir dari bagian material panas menuju bagian yang lebih dingin .

Persamaan dasar konduksi panas adalah:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = Q_G + \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right] \quad (2.9)$$

Dimana:

ρ : massa jenis (Kg/m³)

c : *specific heat* (J/Kg.k)

λ : konduktivitas termal (W/m.K)

Q_G : debit perubahan temperatur (W/m³)

Heat *flux* selama proses pemanasan dapat dihitung menggunakan hubungan vektor *heat flux* dan *thermal gradient*.

$$\{q\} = -[D] \cdot \{L\} \cdot T \quad (2.10)$$

Dimana:

$[D]$: Matriks konduktivitas (-)

$$[D] = \begin{bmatrix} K_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & K_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & K_{zz} \end{bmatrix}$$

K_{xx} : Konduktivitas arah x (W/mm.K)

K_{yy} : Konduktivitas arah y (W/mm.K)

K_{zz} : Konduktivitas arah z (W/mm.K)

Transfer panas pada distribusi temperatur dipengaruhi besarnya *heat flux* yang mengenai elemen, dapat dihitung dengan persamaan:

$$q_1 = q_e \frac{A_1}{A_f} \quad (2.11)$$

Dimana:

q_1 : *heat flux* pada elemen (J/mm²)

q_e : *heat flux* yang dihasilkan elektroda (J/mm²)

A_1 : luas permukaan elemen (mm²)

A_f : luasan fluks yang dihasilkan elektroda (mm²)

$$q_e = \frac{H_{net}}{A_e} = \frac{f_1 \cdot E \cdot I}{A_e} = \frac{f_1 \cdot E \cdot I}{\pi r_e^2} \quad (2.12)$$

Jika persamaan 3.22 disederhanakan, maka didapat:

$$A_f = b \cdot v \cdot t \quad (2.13)$$

Dimana:

b : Panjang kaki las (mm)

v : Kecepatan pengelasan (mm/s)

t : Waktu yang diperlukan pada satu elemen (s)

Konveksi adalah Aliran Panas dengan media perantara fluida. Sebagaimana pada konduksi, perbedaan suhu pada solid *base metal* dengan fluida pada *weld metal* menyebabkan terjadinya transfer energi dari daerah dengan suhu tinggi ke daerah dengan suhu rendah (Gambar 3-3). Persamaan heat transfer secara konveksi diperoleh dari persamaan hukum pendinginan Newton,

$$q_h = h (T - T_{\infty}) \quad (2.14)$$

Dimana,

q_h = aliran panas secara konveksi (kW/m^2)

h = koefisien konveksi ($kW/m^{\circ}C$)

T = Temperatur pada permukaan solid ($^{\circ}C$)

T_{∞} = Temperatur fluida pengelasan ($^{\circ}C$)

2.2.8 Aluminum 5083

Aluminum merupakan suatu material yang memiliki beberapa faktor keunggulan seperti rasio kekuatan terhadap berat material, ketahanan terhadap korosi, masa jenis dan konduktivitas listrik. Sesuai dengan ASME, Aluminimum dengan penomoran 5xxx merupakan logam paduan antara Aluminum dan Magnesium (Al dan Mg). Material ini memiliki ketahanan korosi terhadap lingkungan laut sehingga umum digunakan pada struktur yang mengalami kontak dengan lingkungan laut seperti pada Tanki penyimpanan gas alam cair dan oksigen cair adapun karakter material dituliskan pada Tabel 2.2 dan 2.3 Berikut adalah jenis jenis aluminum berdasarkan penamaannya

1. Jenis Al-murni (seri 1xxx)

Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99,0 % dan 99,9 %. Aluminium ini memiliki kekuatan yang rendah sehingga kurang jamak digunakan sebagai suatu elemen struktur namun digunakan dengan memanfaatkan karakteristik logam.

2. Jenis paduan Al-Cu (seri 2xxx)

Jenis ini adalah jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak.

3. Jenis paduan Al-Mn (seri 3xxx)

Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Dibandingkan dengan jenis Al-murni paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal daya tahan korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya. Dalam hal kekuatan jenis ini lebih unggul dari pada jenis Al-murni.

4. Jenis paduan Al-Si (seri 4xxx)

Paduan Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Jenis campuran ini memiliki kualitas alir yang baik dalam bentuk cair dan proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak. Paduan jenis ini jamak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor maupun tempa.

5. Jenis paduan Al-Mg (seri 5xxx)

Paduan Al-Mg merupakan paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan, namun mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut, dan dalam sifat mampu-lasnya. Paduan ini jamak digunakan dalam konstruksi maritim, tangki penyimpanan gas alam cair dan oksigen cair.

6. Jenis paduan Al-Mg-Si (seri 6xxx)

Paduan ini merupakan paduan yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat mampu-potong, mampu-las dan daya tahan korosi yang cukup baik. Paduan ini memiliki kekurangan yaitu adanya proses pelunakan saat material dipanaskan dalam proses pengelasan

7. Jenis paduan Al-Zn (seri 7xxx)

Paduan ini merupakan paduan yang dapat diperlaku-panaskan. Dalam paduan pokok Al-Zn, jamak ditambahkan Mg, Cu, dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 50 kg/mm², sehingga paduan ini dinamakan juga *ultraduralium*. Di sisi lain paduan jenis ini memiliki beberapa kekurangan pada sifat mampu-las dan daya tahan

terhadap korosi kurang menguntungkan. Adapun Gambar 2.8 mengilustrasikan titik titik uji distorsi.

Tabel 2.2 *Physical Properties* Aluminium 5083 (Aalco. 2015)

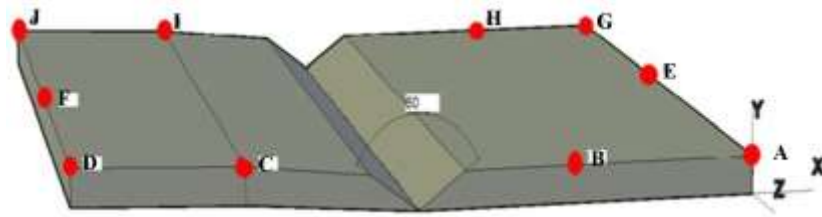
Property	Value
Density	2.65 g/cm ³
Melting Point	570 °C
Thermal Expansion	25 x10 ⁻⁶ /K
Modulus of Elasticity	72 GPa
Thermal Conductivity	121 W/m.K
Electrical Resistivity	0.058 x10 ⁻⁶ Ω .m

Tabel 2.3 *Mechanical Properties* Aluminium 5083 ketebalan 6.3 – 80 mm (Aalco. 2015)

BS EN 485-2:2008 Plate 6.3mm to 80mm	
Property	Value
Proof Stress	115 Min MPa
Tensile Strength	270 - 345 MPa
Hardness Brinell	75 HB



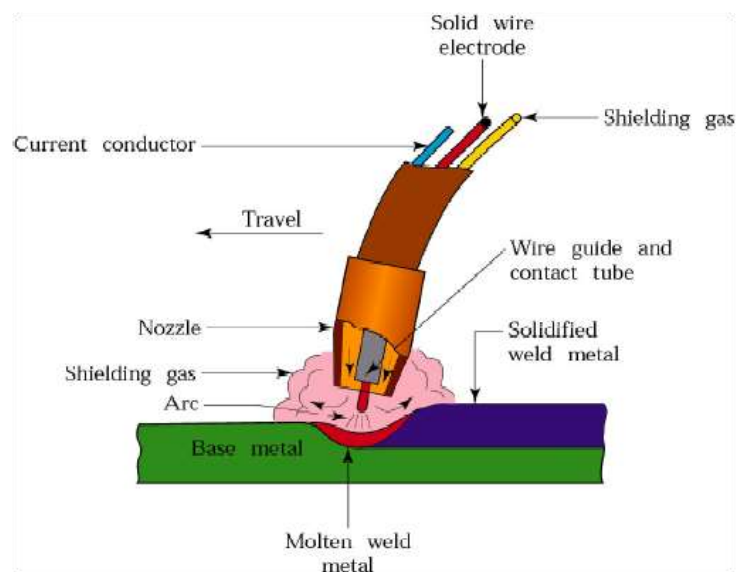
Gambar 2.7 Aplikasi Aluminium 5083 pada *Speed Boat* (Mutombo, 2011)



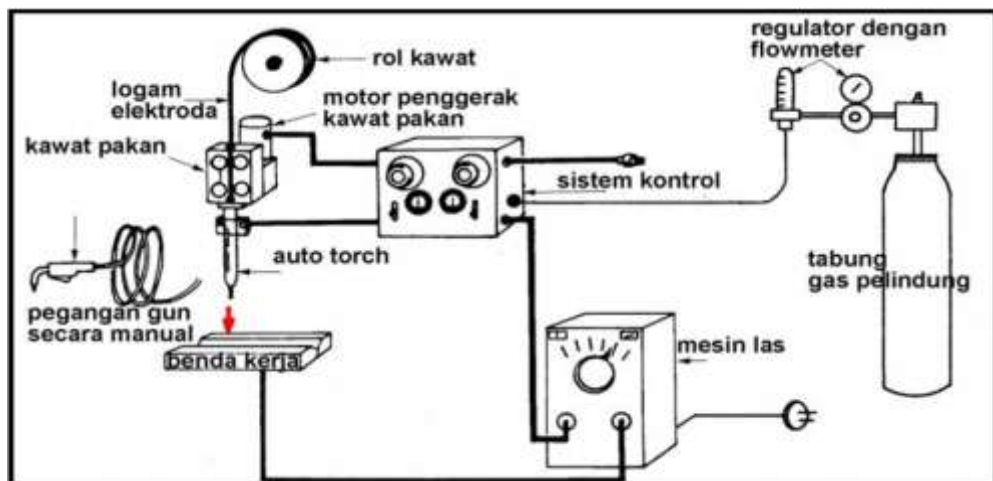
Gambar 2.8 Model 3 Dimensi Material (Detta. 2015)

2.2.9 Pengelasan GMAW

Pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) atau *Metal Inert Gas – Welding* merupakan proses pengelasan yang menggunakan gas – gas inert sebagai *shielding* atau pelindung objek pengelasan dari kontaminasi lingkungan. Pengelasan ini dapat menggunakan arus DC maupun AC dan jamak digunakan untuk proses pengelasan plat plat yang tipis.). Gas pelindung yang digunakan adalah gas Argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ antara 2 sampai 5% atau CO₂ antara 5 sampai 20% (Wiryosumarto, 1996). Adapun ilustrasi proses pengelasan digambarkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10



Gambar 2.9 Pengelasan GMAW atau MIG (Genculu, 2007)



Gambar 2.10 Sistem Pengelasan GMAW (Bradley, 2000)

2.2.10 Elektroda

Elektroda atau biasa disebut dengan kawat las adalah suatu logam inti yang terbuat dari campuran bahan kimia yang berfungsi sebagai pembangkit. Elektroda terdiri dari 2 jenis bagian yang terlindungi (flux) dan tidak terlindungi dengan terjepit pada tang las. Flux tersebut selain berfungsi untuk melindungi elektroda, juga memiliki fungsi untuk menghasilkan gas pelindung dan menstabilkan busur las.

Berdasarkan logam yang dilas, elektroda terbagi atas elektroda baja lunak, baja paduan, baja karbon tinggi, logam non ferro dan besi tuang. Elektroda tersebut harus memiliki kesamaan sifat dengan logam yang di las. *American Welding Society (AWS)* dan *American Society Testing Material) (ASTM)* menggolongkan elektroda pada sistem pengelasan menjadi EAABC yaitu;

E	= Elektroda untuk busur listrik
AA	= Kekuatan tarik elektroda
B	= Posisi pengelasan
C	= Jenis fluks dan arus listrik

Contoh elektroda E6013 dapat diartikan memiliki kekuatan tarik 60 Ksi, posisi pengelasan F,V, OH, H dan arus AC, DC ep dan DC en menggunakan flux *High Titania Potassium*. Elektroda E6019 dapat diartikan memiliki kekuatan tarik 60 Ksi, posisi pengelasan F,V, OH, H dan arus AC, DC ep dan DC en menggunakan *Iron Oxide Titania Potassium*. Elektroda E7018 dapat diartikan memiliki kekuatan tarik 70 Ksi, posisi pengelasan F,V, OH, H dan arus AC, DC ep menggunakan flux *Low Hydrogen Potassium & Iron Powder*. Kriteria *Filler Metal* dituliskan sebagai data sesuai dengan Tabel 2.4 dan Tabel 2.5

Tabel 2.4 Pemilihan *Filler Metal* sesuai dengan Logam induk (ASME section 2)

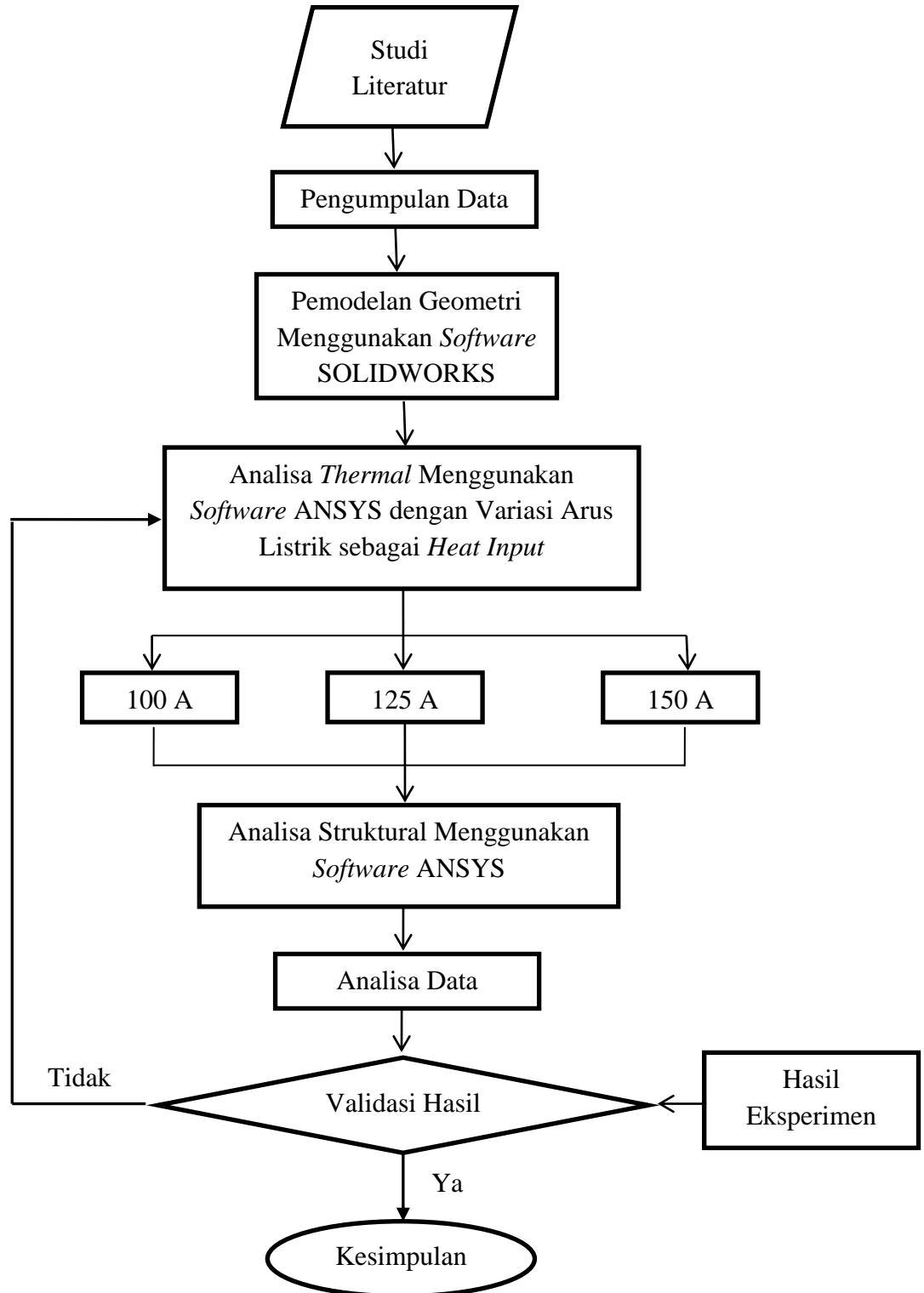
	5154			5052	5005
Base Metal	5254	5086	5083	5625	5652
1060,1070,1080,1350	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER4043 ^{b,d}	ER1100 ^{b,c}
1100,3003,Alc 3003	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER4013 ^{b,d}	ER1100 ^{b,c}
2014,2036	-	-	-	-	ER4145
2219	ER4043	-	-	ER4043 ^b	ER4043 ^{b,d}
3004,Alc 3004	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^{c,b}	ER5356 ^{c,d}
5005,5050	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^{c,d}
5052,5652	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5654 ^d	
5083	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5183 ^d		

Tabel 2.5 Komposisi Kimia *Filler Metal* (ASME section 2)

Weight Percent ^{a,b}						
AWS Classification	UNS Number ^c	Si	Fe	Cu	Mn	Mg
ER5183	A95183	0,40	0,40	0,10	0,50 – 1,0	4,3- 5,2
R5183	A95183	0,40	0,40	0,10	0,50 – 1,0	4,3- 5,2
Weight Percent ^{a,b}						
ER5356	A95356	0,25	0,40	0,10	0,05 – 0,20	4,5 – 5,2
R5356	A95356	0,25	0,40	0,10	0,05 – 0,20	4,5 – 5,2
Cr	Ni	Zn	Ti	Each	Total	Al
0,05 – 0,25	-	0,25	0,15	0,05	0,15	Remainder
0,05 – 0,25	-	0,25	0,15	0,05	0,15	Remainder
0,05 – 0,20	-	0,10	0,06 – 0,20	0,05	0,15	Remainder
0,05 – 0,20	-	0,10	0,06 – 0,20	0,05	0,15	Remainder

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Dalam menjawab rumusan permasalahan yang sesuai dengan tujuan, dilakukan proses penelitian yang sesuai dengan prosedur atau langkah – langkah yang pelaksanaan. Prosedur tersebut dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan arah jawaban atas permasalahan yang telah didapat, prosedur analisis dan penggunaan software hingga mendapatkan kesimpulan. Prosesur penelitian tersebut digambarkan pada Gambar 3.1

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara melakukan pemahaman terhadap materi yang berkaitan dengan tugas akhir melalui berbagai sumber seperti materi perkuliahan, buku – buku perkuliahan dan jurnal. Materi – materi yang dipahami antara lain materi mengenai pemahaman dasar seperti *Finite Element Methode*, Pengelasan yang meliputi tegangan listrik, arus listrik, jenis jenis pengelasan hingga *travelling speed*), tegangan sisa, deformasi, internal force. Materi lain yang dipelajari meliputi materi yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini seperti karakteristik tegangan sisa pada pengelasan baja dan material lainnya.

Dalam Penelitian ini, perhitungan numeris dilakukan dengan menggunakan 2 cara yaitu pemodelan *single-pass* dan pemodelan *multi-pass* :

1. *Single-pass*: Pada pemodelan *Single-pass*, dilakukan perhitungan numeris dengan cara mensimplifikasi proses pengelasan dari proses *multi-pass* menjadi *single-pass*. Simplifikasi ini berimplikasi pada penerapan *Heat Flux* yang dikenakan pada material yaitu Heat Flux hanya pada *layer* ke 4 (*Capping*) dan proses pengelasan hanya pada permukaan *layer* ke 4 (*Capping*) sehingga, hasil distorsi dari perhitungan numeris dibandingkan dengan distorsi

dari hasil pengelasan laboratorium pada *layer* ke 4 (*Capping*).

2. *Multi-pass*: Pada pemodelan *Multi-pass*, dilakukan perhitungan numeris dengan cara menyeluruh atau sesuai dengan proses pengelasan di laboratorium, Sehingga hasil distorsi dari perhitungan numeris dibandingkan dengan seluruh distorsi pada layer 1, 2,3 dan 4

3.2.2 Pengumpulan Data

Data – Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data yang berkaitan dengan karakteristik material yang akan diperhitungkan secara numerik. Data tersebut antara lain:

Material : E 5.4S/AL MG Aluminium 5083 sesuai ASME section II 2001

Dimensi : 300 mm x 150 mm x 12 mm

Kampuh : Single V / back grinding

Elektrode : SAFRA, ER5183 1.2 mm

Arus Listrik : 100 A, 125 A, 150 A

Tegangan Listrik : 21 V

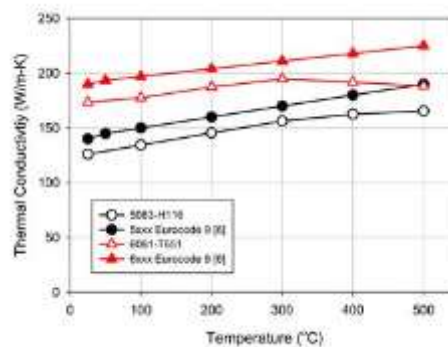
Dimensi (PxLxt) : 300 mm x 150 mm x 12 mm

Root Face : 2 mm

Root Gap : 2 mm

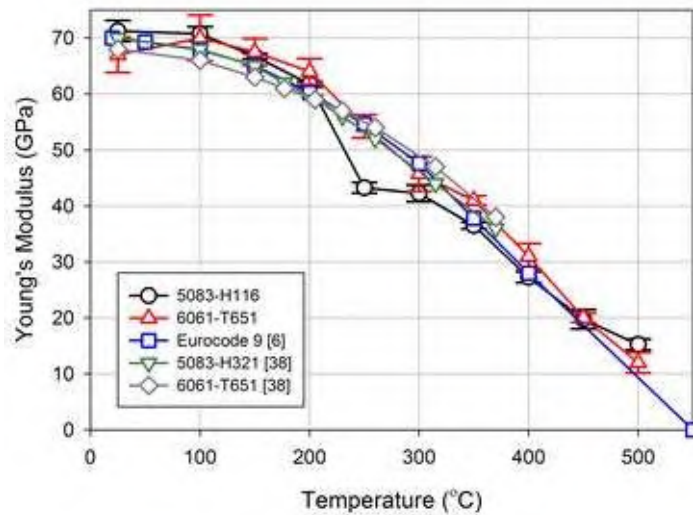
Bevel Angle : 30°

Jumlah *Pass* : 4 (*Root pass, Hot Pass 1, Hot Pass 2, Capping*)

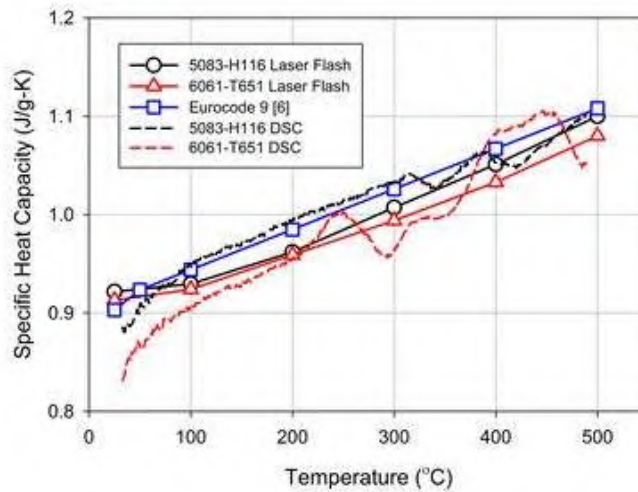


Gambar 3.2 Grafik *Thermal Conductivity* Terhadap Temperature

Dalam mengaplikasikan material properti pada software, *Thermal Conductivity*, *Young Modululs* dan *Specific Heat* memiliki nilai yang bervariasi terhadap suhu seperti yang digambarkan pada Gambar 3.2 ; 3.3 ; 3,4 sedangkan kecepatan pengelasan bervariasi terhadap arus listrik dan *layer* pengelasan seperti yang dituliskan pada tabel 3.1



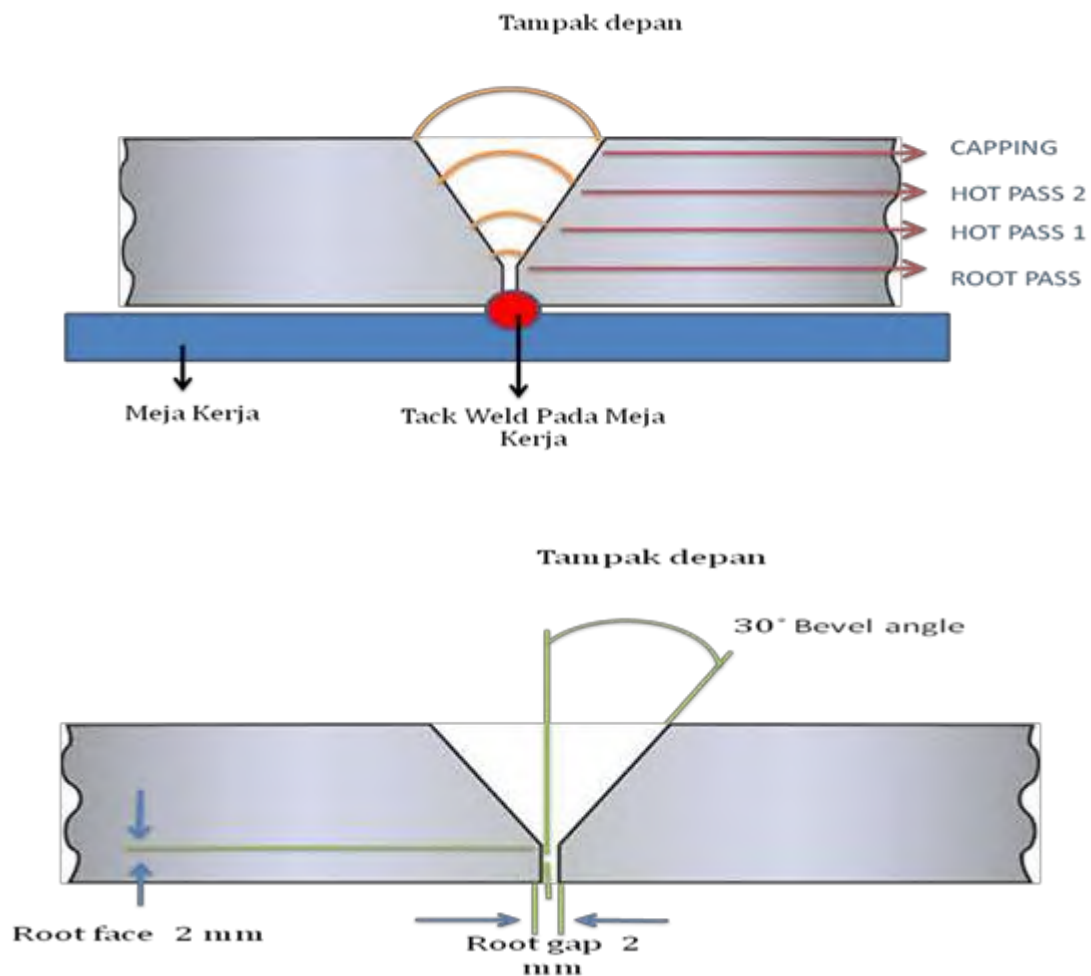
Gambar 3.3 Grafik Modulus Young Terhadap Temperatur



Gambar 3.4 Grafik *Specific Heat* Terhadap Temperatur Kecepatan Pengelasan

Tabel 3.1 Data Kecepatan Pengelasan

No.	Dimension (mm)	Ampere A	Volt V	layer	Welding Time (sec)
1	300 x 150 x 12	100	21	1	59,26
				2	57,32
				3	69,45
				4	71,59
2.	300 x 150 x 12	125	21	1	62,56
				2	56,87
				3	66,78
				4	72,1
3.	300 x 150 x 12	150	21	1	63,21
				2	57,65
				3	67,89
				4	70,24



Gambar 3.5 Sudut *Bevel* , *Root Face* dan *Root Gap* (Detta. 2015)

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan melalui uji laboratorium, kecepatan pengelasan (*Travel Speed*) dan distorsi dilakukan secara berbeda-beda pada tiap *layer pass*. Berikut langkah langkah dalam menentukan *travel speed* dan distorsi pada tiap tiap *layer pass* seperti pada Gambar 3.5

1. Pengelasan layer ke 1 (root pass)

Pada saat dilakukan pengelasan sampai selesai dihitung kecepatan pengelasan, lalu menghitung perubahan efek distorsi tiap tanda titik plat yang sudah ada sebelum dilakukan pengelasan

2. Pengelasan layer ke 2 (hot pass 1)

Pada saat dilakukan pengelasan dan selesai dihitung kecepatan pengelasan, lalu menghitung perubahan efek distorsi tiap tanda titik plat yang sudah ada sebelum dilakukan pengelasan

3. Pengelasan layer ke 3 (hot pass 2)

Pada saat dilakukan pengelasan sampai selesai dihitung kecepatan pengelasan, lalu menghitung perubahan efek distorsi tiap tanda titik plat yang sudah ada sebelum dilakukan pengelasan

4. Pengelasan layer ke 4 (capping)

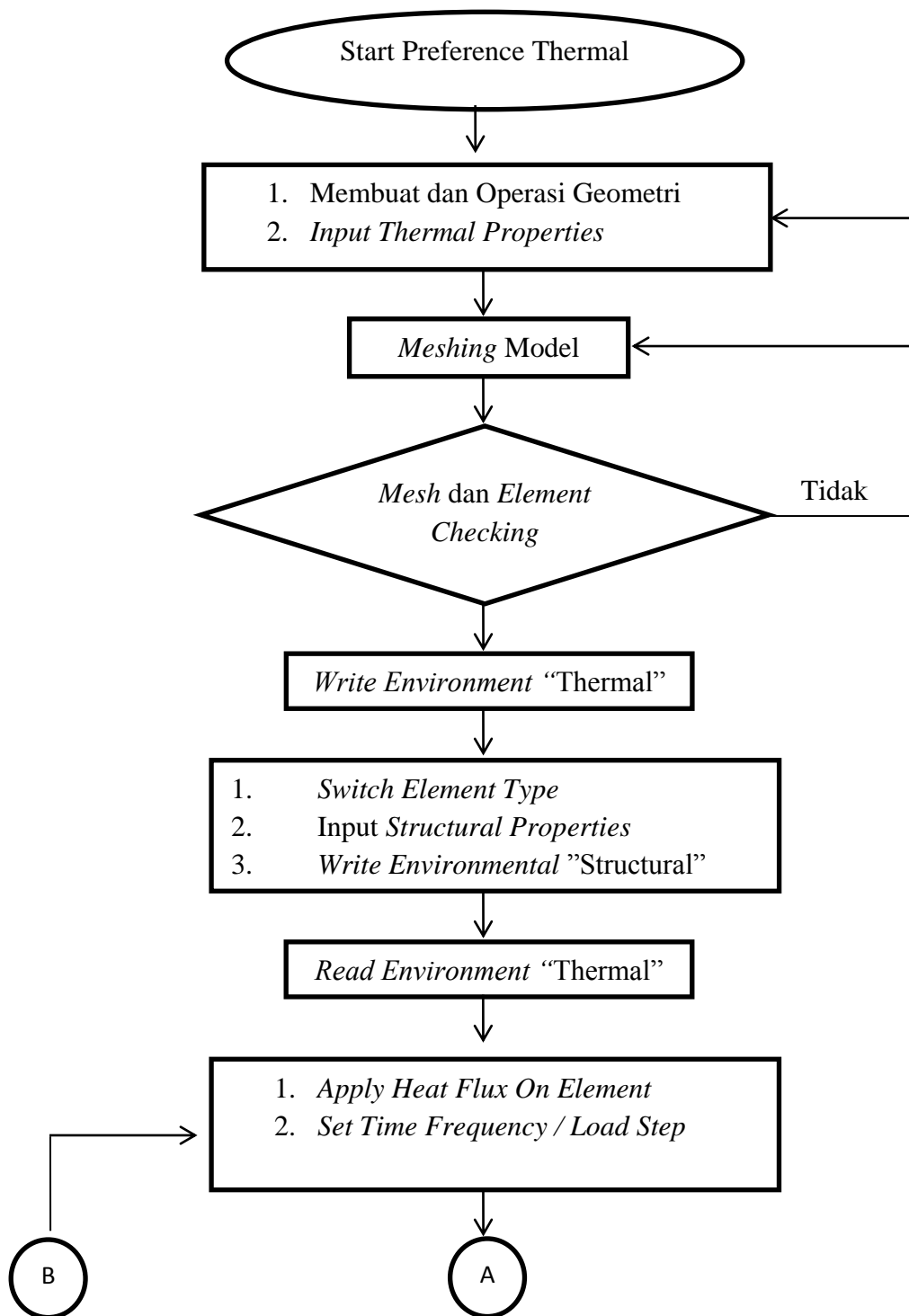
Pada pengelasan ini, berbeda dengan pengelasan sebelumnya, yaitu melakukan perhitungan kecepatan pengelasan sampai selesai, dan menghitung perubahan efek distorsi tiap tanda titik plat yang sudah ada sebelum dilakukan pengelasan

3.2.3 Pemodelan Geometri Menggunakan *Software* SOLIDWORKS

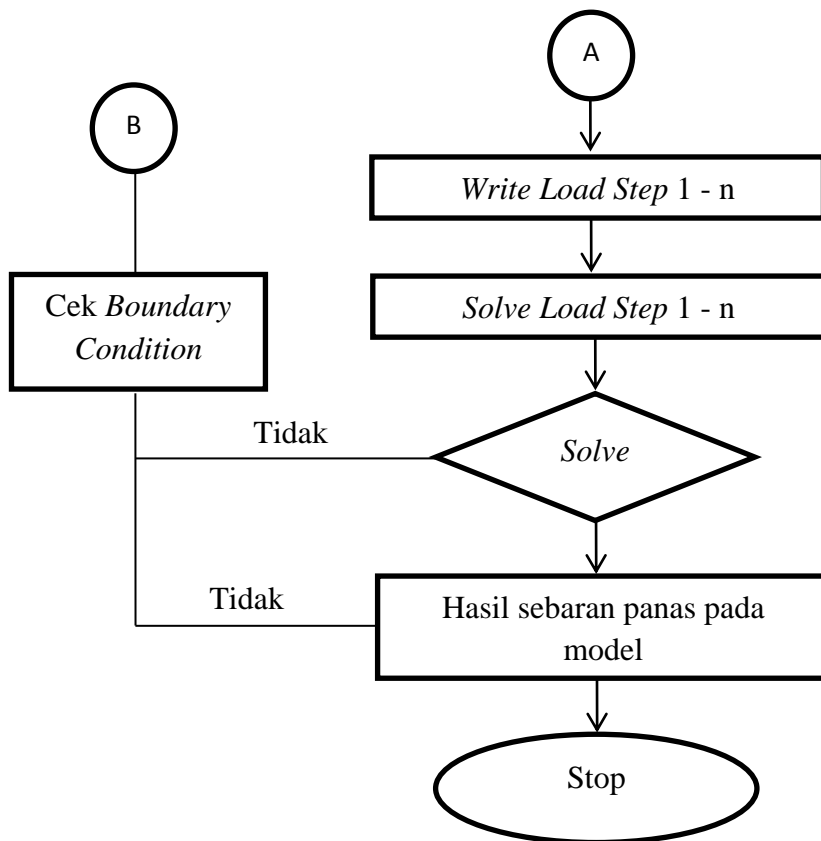
Pembuatan model dibuat secara 3 Dimensi sesuai dengan dimensi dari material yang akan diuji yaitu plat dengan ukuran panjang 300 mm, lebar 150 mm dan ketebalan 12 mm. Pada *Software* ANSYS, model dari material dibuat pada *software* yang terpisah yaitu SOLIDWORKS kemudian hasil permodelan tersebut dibentuk dalam format IGS sehingga *Compatible* pada *software* ANSYS.

3.2.4 Analisa *Thermal* Menggunakan *Software* ANSYS dengan Variasi Arus Listrik sebagai *Heat Input*

Pemodelan yang telah dibuat geometri-nya kemudian dilakukan analisa terhadap *thermal*. Analisa *thermal* ini dilakukan untuk mendapatkan distribusi temperatur pada material yang di las. *Thermal Analysis* dilakukan sesuai dengan tahapan sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.6



Gambat 3.6 Diagram Alur Analisa *Thermal*



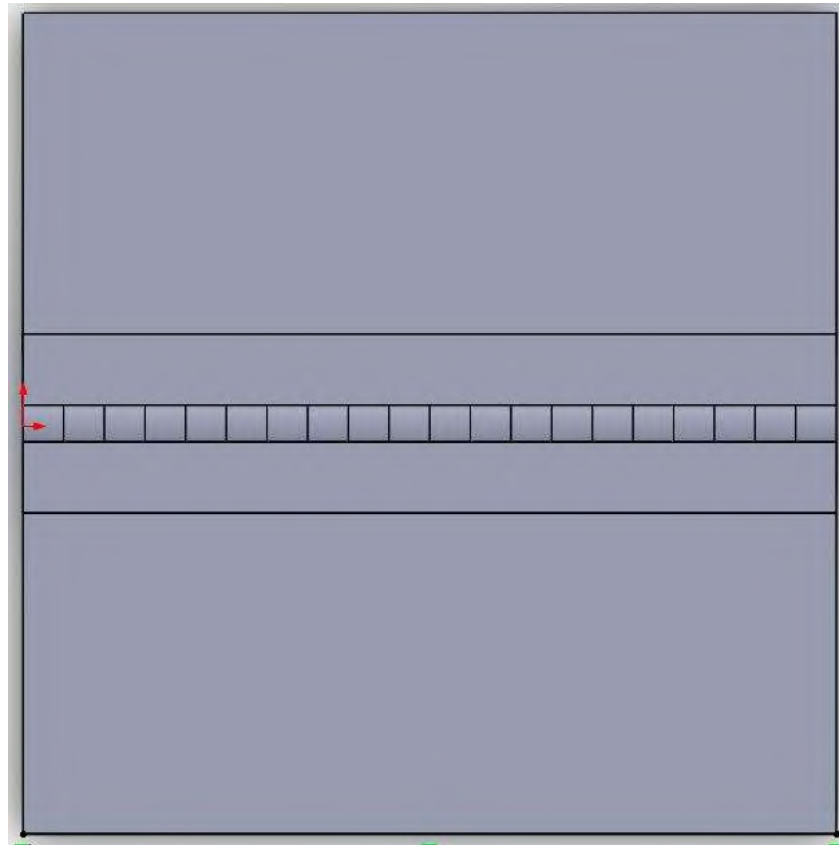
Gambat 3.6 Diagram Alur Analisa *Thermal* (Lanjutan)

3.2.4.1 Start Preference Thermal

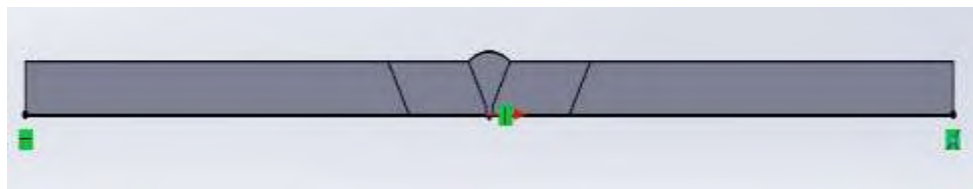
Langkah ini merupakan langkah pertama untuk menentukan jenis dari analisa yang akan dilakukan. Dalam tahap ini analisa terhadap *Thermal* dipilih.

3.2.4.2 Membuat dan Operasi Geometri

Design dari model digambarkan dalam *software* yang berberda dengan *software* untuk melakukan proses analisa *thermal* dan *structural*. Geometri model dibuat dalam bentuk 3 Dimensi dengan menggunakan *software* SOLIDWORKS dengan dimensi yang telah ditentukan. Setelah geometri selesai dibuat seperti yang digambarkan pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 model tersebut disimpan dalam format IGS sehingga ANSYS sebagai *software* analisa mampu membaca.



Gambar 3.7 Model Material Tampak Atas



Gambar 3.8 Model Kampuh Las Material

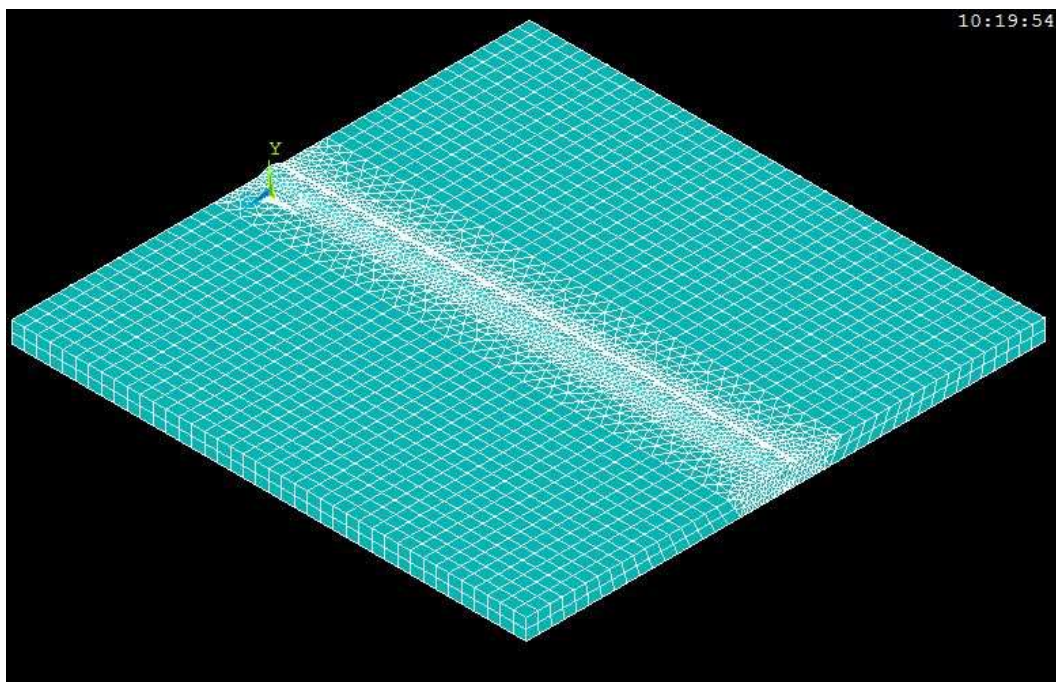
3.2.4.3 Input Thermal Properties

Model dalam format IGS tersebut kemudian diinputkan ke dalam *software* ANSYS untuk dilakukan analisa *thermal*. Material yang telah di input tersebut kemudian dilakukan penentuan karakteristik material dengan cara *Input Thermal Properties*. Penentuan karakteristik dari material ini diperlukan untuk menentukan sifat material terhadap suatu pembebanan *thermal*. Karakteristik material tersebut diubah dalam *Material Properties* dengan parameter *Thermal Conductivity* material

3.2.4.4 Meshing

Tahap ini bertujuan untuk membagi keseluruhan bagian dari model menjadi beberapa elemen yang lebih kecil yang seragam dengan titik titik yang disebut sebagai nodal atau *nodes* sehingga perhitungan dapat dilakukan terhadap titik- titik nodal secara lebih teliti. Meshing tersebut dapat dilakukan dengan tingkat ketelitian yang diinginkan seperti yang digambarkan pada Gambar 3.9 dan hingga 3.16. Semakin banyak elemen meshing yang dibuat maka semakin teliti perhitungannya. Meshing yang digunakan pada penelitian ini

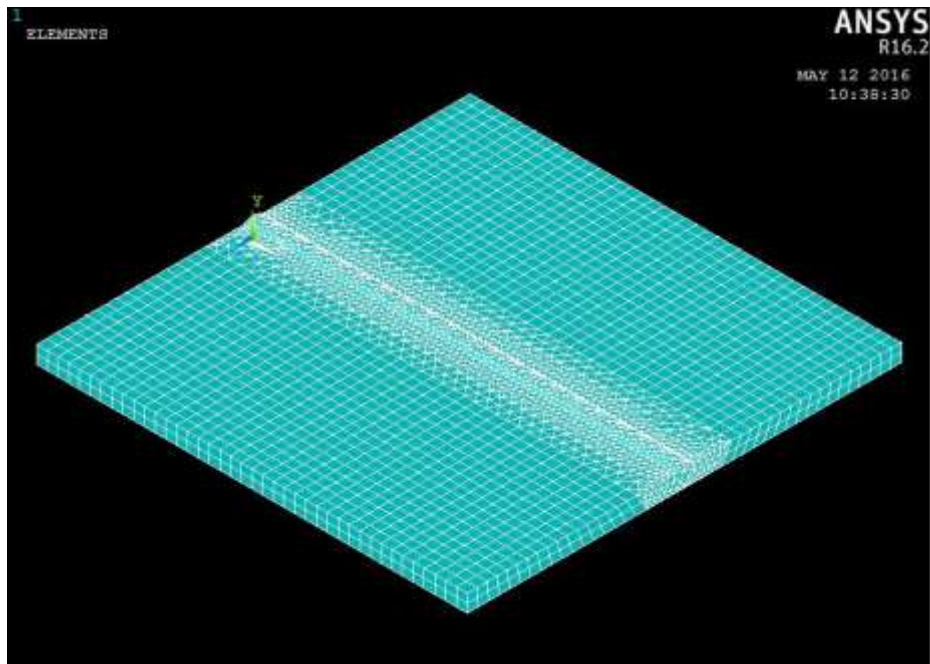
1. **SOLID 70 Hexahedral** untuk material dengan ketentuan lebih dari 2.5 cm dari area pengelasan dengan ukuran panjang meshing tetap 7.5 mm
2. **SOLID 90 Tetrahedral** untuk daerah pengelasan hingga 2.5 cm dari area pengelasan dengan panjang meshing yang bervariasi panjang meshing 3.5 mm , 4 mm , 5 mm dan 6.5 mm



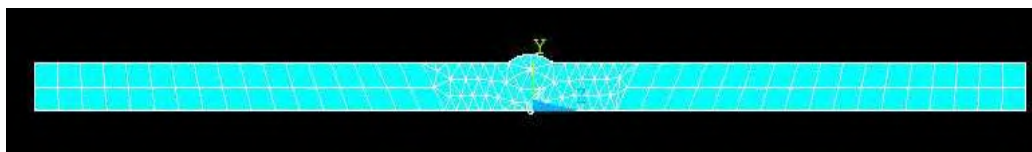
Gambar 3.9 Hasil Meshing Ukuran 3.5 mm (41.219 nodal) Tampak Isometri



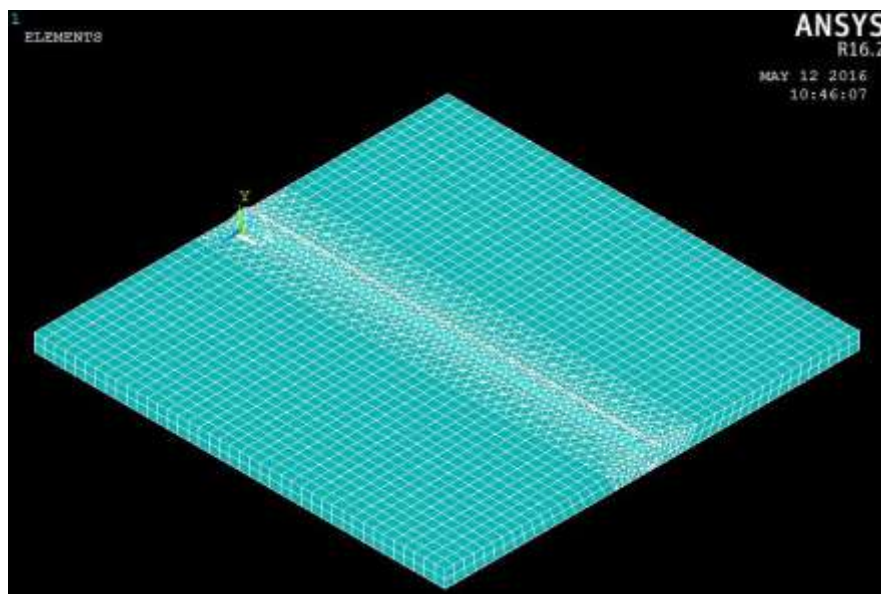
Gambar 3.10 Hasil Meshing Ukuran 3.5 mm (41.219 nodal) Tampak Samping



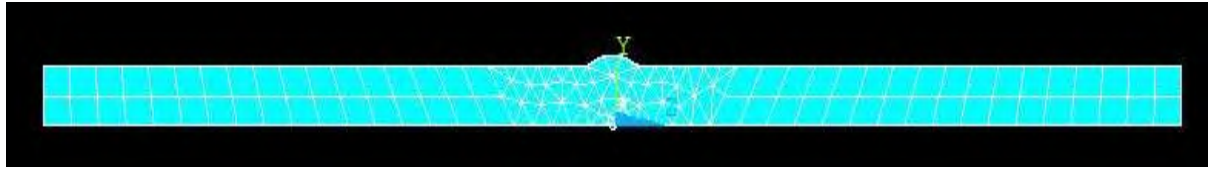
Gambar 3.11 Hasil Meshing Ukuran 4 mm (27.059 nodal) Tampak Isometri



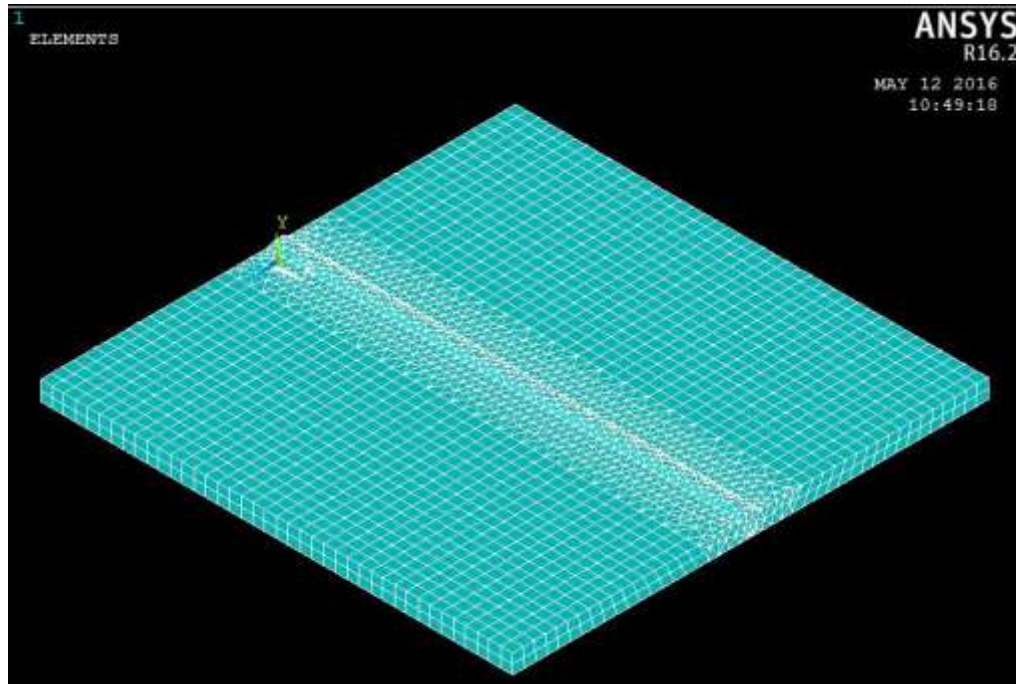
Gambar 3.12 Hasil Meshing Ukuran 4 mm (27.059 nodal) Tampak Samping



Gambar 3.13 Hasil Meshing Ukuran 5 mm (17.567 nodal) Tampak Isometri



Gambar 3.14 Hasil Meshing Ukuran 5 mm (17.567 nodal) Tampak Samping



Gambar 3.15 Hasil Meshing Ukuran 6.5 mm (16.139 nodal) Tampak Isometri



Gambar 3.16 Hasil Meshing Ukuran 6.5 mm (16.139 nodal) Tampak Samping

3.2.4.5 Write: Environment Thermal

Setelah model telah selesai dibuat dan ditentukan *properties* nya, maka model tersebut dapat disimpan dengan penamaan “*Thermal*” sehingga model dapat digunakan secara berulang tanpa perlu melakukan pembuatan kembali model dan kondisi pembebanannya

3.2.4.6 Switch Element Type, Input Structural Properties, Write Environmental ”Structural”

Model yang telah disiapkan untuk analisa *thermal* tersebut kemudian juga dipersiapkan untuk analisa struktural. Hal itu

dilakukan sehingga material dengan karakteristik thermal tersebut dapat ditambahkan dengan karakteristik strukturalnya. Analisa strukturan dapat dimungkinkan terjadi pada tahap ini. Setelah tahap ini usai, proses ini diberi nama “Structural”

3.2.4.7 *Read Environment “Thermal”*

Pada Tahap ini, digunakan kembali model dan properties yang telah dilakukan pada tahap 3.2.4.5 untuk melakukan proses pembebanan secara termal. Tahap ini dilakukan dengan cara membuka kembali file model pada tahap 3.2.4.5 tersebut dengan cara melakukan perintah *Read Environmental “Thermal”*

3.2.4.8 *Apply Heat Flux On Element, Set Time Frequency / Load Step*

Tahap ini dapat disebut sebagai tahap pembebanan thermal. Pada tahap ini diisikan kondisi – kondisi pembebanan secara thermal seperti urutan pengelasan, waktu pengelasan pada tiap satuan elemen, *travel speed* pengelasan hingga input variasi Arus Listrik (*Electricity Current*) yang bernilai 100A, 125A dan 150A. Pada tahap ini juga ditentukan adanya faktor konveksi dalam proses pelaksanaan pengelasan tersebut. Hasil perhitungan *Heat Flux* dituliskan pada tabel 3.2 dan 3.3

Tabel 3.2 *Heat Flux* Pengelasan (Watt/m²) Terhadap Arus Listrik dan Panjang *Meshing* pada model *Single Pass*

Arus Listrik (A)	Jumlah Nodal			
	41219	27059	17567	16139
100	25.680.000	37.240.000	57.290.000	57.290.000
125	32.100.000	46.550.000	71.600.000	71.600.000
150	38.500.000	55.860.000	85.900.000	85.900.000

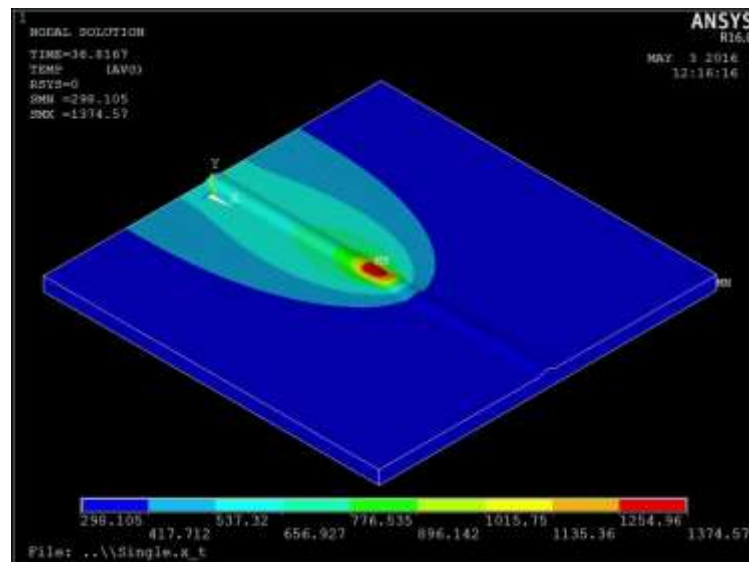
Tabel 3.3 *Heat Flux* Pengelasan (Watt/m^2) Terhadap Arus Listrik dan Panjang *Meshing* pada model *Multi Pass*

Arus Listrik (A)	Layer	Jumlah Nodal			
		41219	27059	17567	16139
100	1	9,154,000	13,108,528	15,861,319	15,861,319
	2	16,277,000	23,308,664	28,203,483	28,203,483
	3	21,394,000	30,636,208	37,069,812	37,069,812
	4	25,680,000	37,240,000	57,290,000	57,290,000
125	1	11,442,000	16,384,944	19,825,782	19,825,782
	2	20,345,000	29,134,040	35,252,188	35,252,188
	3	26,742,000	38,294,544	46,336,398	46,336,398
	4	32,100,000	46,550,000	57,290,000	57,290,000
150	1	13,731,000	19,662,792	23,791,978	23,791,978
	2	24,400,000	34,940,800	42,278,368	42,278,368
	3	32,000,000	45,824,000	55,447,040	55,447,040
	4	38,500,000	55,860,000	85,900,000	85,900,000

3.2.4.9 *Solve Load Step 1-n*

Solve Load ini dilakukan untuk melakukan *running* terhadap model yang telah dikondisikan sesuai dengan tahapan sebelumnya.

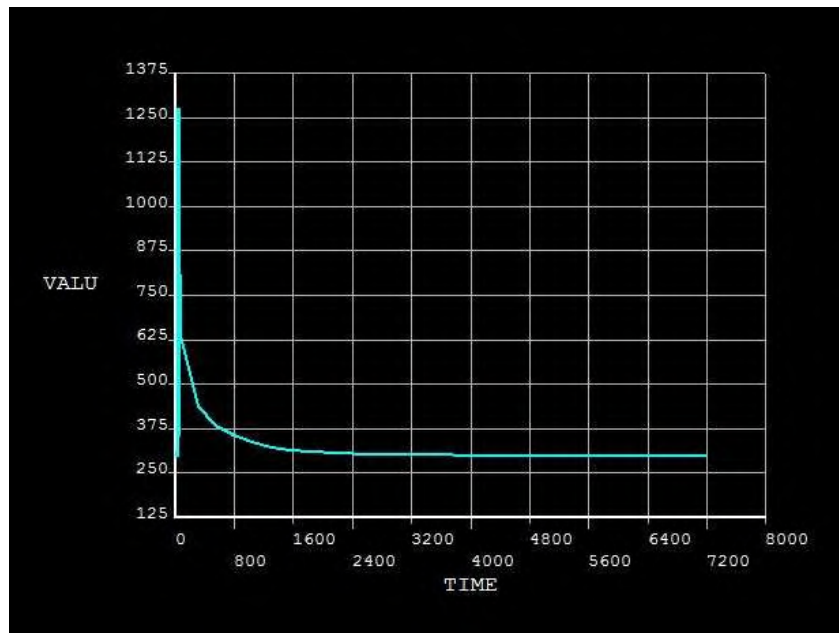
Running ini dilakukan dengan cara bertahap sesuai dengan tahapan pembebanan. yang telah ditetapkan sehingga dalam penentuannya, *Solve load* ini dilakukan dimulai dari tahap 1 hingga tahap terakhir (n). Hasil dari *solve load* adalah sebaran panas pada material berdasarkan waktu pengelasan hingga pendinginan dan simulasi proses pengelasan seperti pada Gambar 3.17



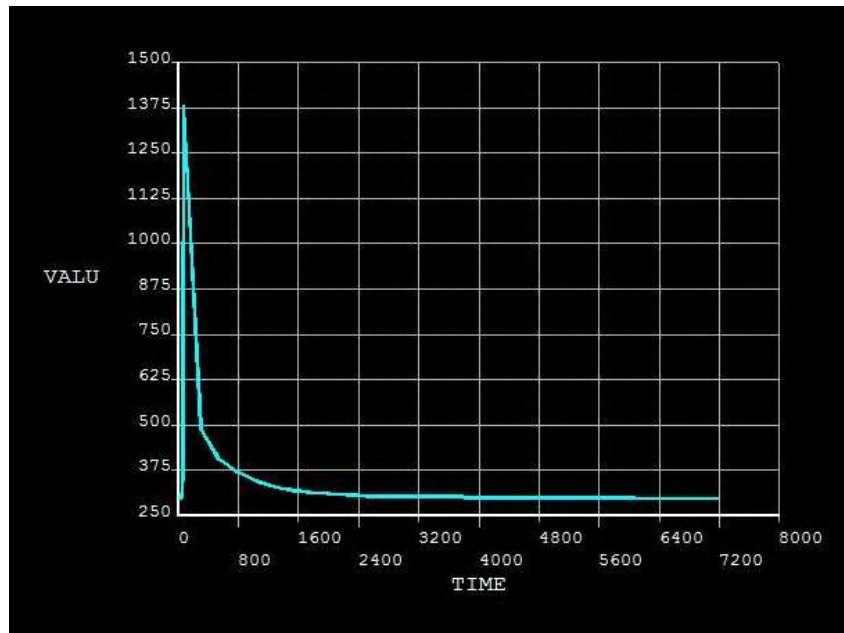
Gambar 3.17 Simulasi Proses Pengelasan

3.2.4.10 Hasil Sebaran panas pada model

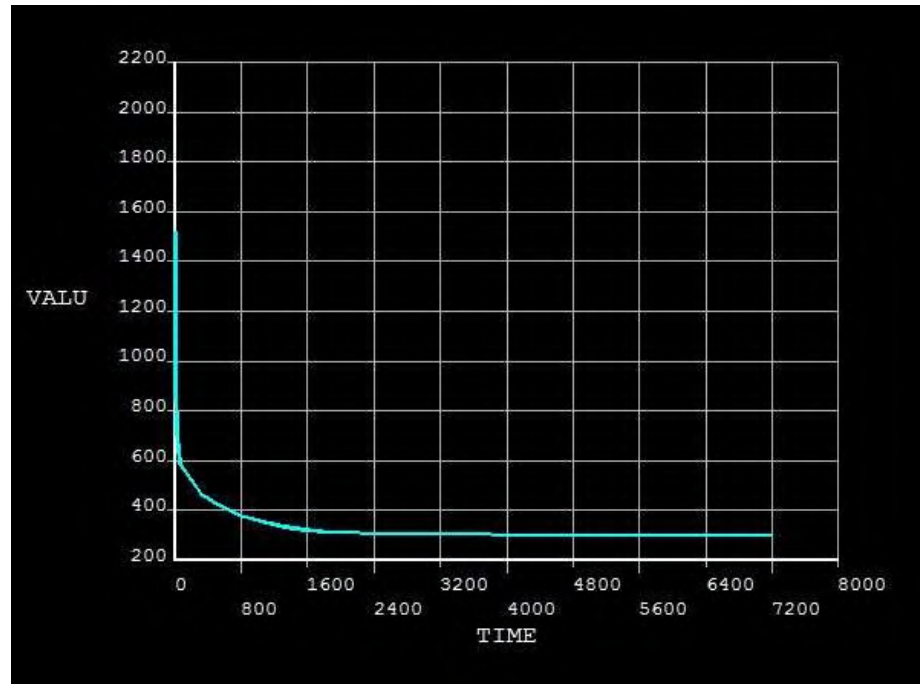
Setelah Proses Running, Maka didapatkan hasil reaksi model terhadap pembebanan. Hasil dari proses ini berupa ilustrasi efek pembebanan *thermal* pada model dan distribusi suhu pada material dengan rentang waktu tertentu Seperti yang digambarkan pada Gambar 3.18 ; Gambar 3.19 dan Gambar 3.20



Gambar 3.18 Distribusi Temperatur dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A



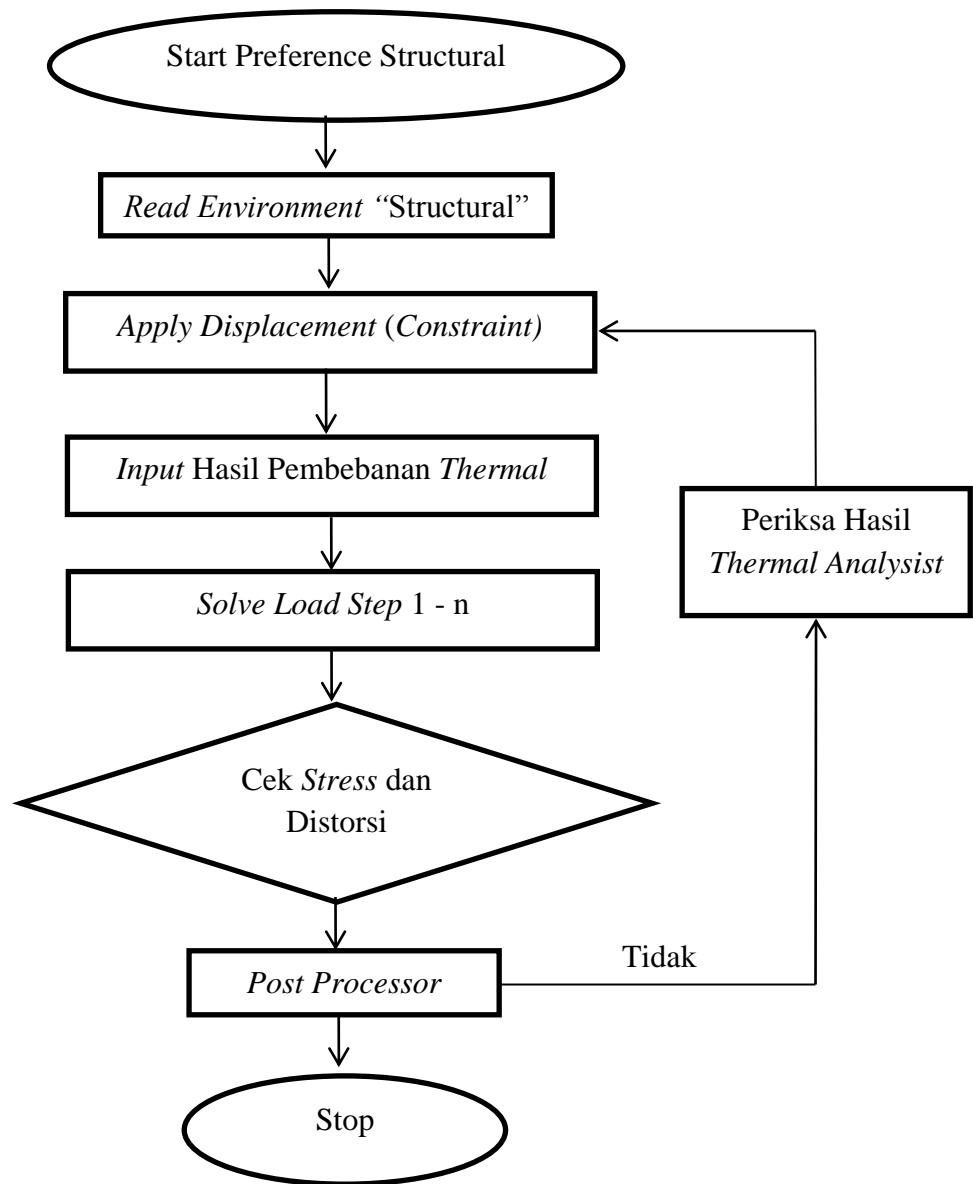
Gambar 3.19 Distribusi Temperatur dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A



Gambar 3.20 Distribusi Temperatur dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A

3.2.5 Analisa Struktural Menggunakan *Software* ANSYS

3.2.5.1 Alur Pengerjaan Analisa Struktural



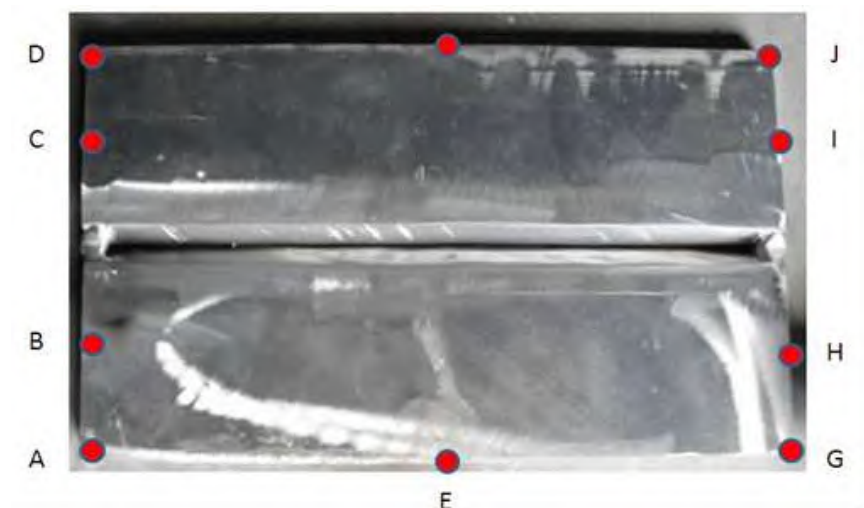
Gambar 3.21 Diagram Alur Analisa Struktural

3.2.5.2 *Read Environment "S"*

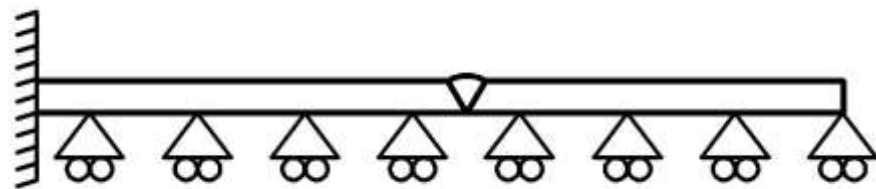
Dalam menganalisis struktural dilakukan tindak prosedur sesuai dengan gambar 3.21 adalah dengan digunakannya kembali model dan properties yang telah dilakukan pada tahap 3.2.4.6 untuk melakukan proses pembebanan secara struktural. Tahap ini dilakukan dengan cara membuka kembali file model pada tahap 3.2.4.6 tersebut dengan cara melakukan perintah *Read Environmental* "Structural"

3.2.5.3 Apply Displacement (Constraint)

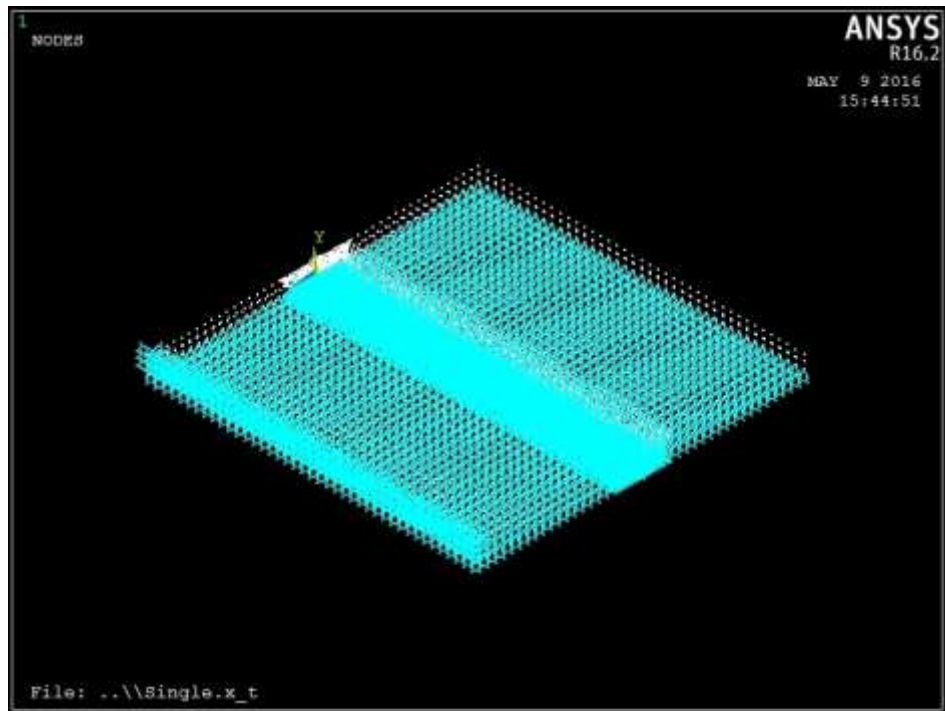
Pada tahap ini, material diberikan faktor faktor kondisi batas yang berupa tumpuan dibawah objek las. Tahap dilakukan sehingga pada saat proses komputasi, *software* tidak menghitung kebebasan distorsi ke seluruh arah namun terdapat fiksasi pada bagian samping salah satu dari material dengan nilai pergerakan arah X, Y dan Z senilai 0 (nol) dan bagian bawah dari material dengan pergerakan arah Y senilai 0 (nol) untuk mensimulasikan meja pengelasan. Pada uji laboratorium dilakukan *tack weld* pada tiap tiap ujung material sehingga material tidak bergerak sesuai dengan gambar 3.22. Ilustrasi kondisi batas yang diaplikasikan pada material dalam software pemodelan seperti pada Gambar 3.24, adalah digambarkan pada gambar 3.23



Gambar 3.22 *Tack Weld* pada Material Pengujian Laboratorium



Gambar 3.23 Ilustrasi *Boundary Condition*



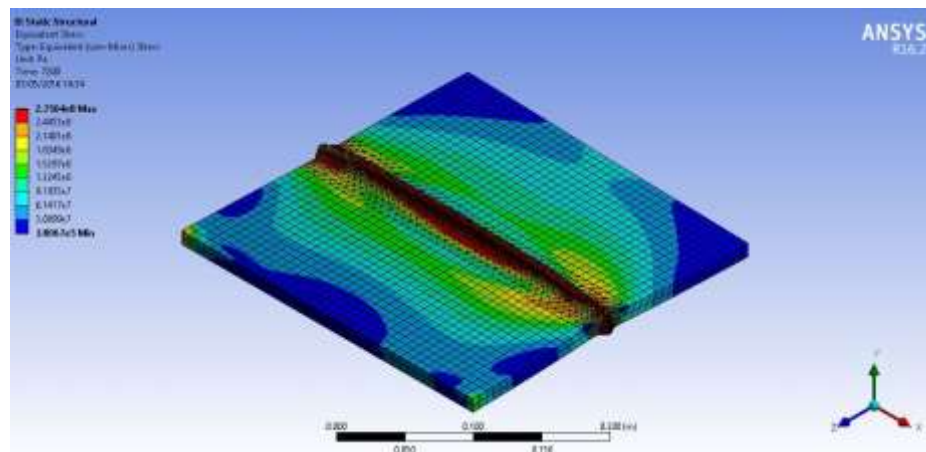
Gambar 3.24 Aplikasi *Boundary Condition* pada ANSYS Mechanical APDL

3.2.5.4 *Input Hasil Pembebanan Thermal*

Setelah tahap 3.2.4.9 telah selesai dilaksanakan, maka dilakukan input hasil pada tahapan 3.2.4.10. Pada tahapan ini pembebanan yang dikenakan pada material adalah beban thermal namun, dikalkulasikan terhadap kondisi struktural pun pelaksanaan tahapan ini berdasarkan load step yang telah dibuat dengan cara “Write load Step”

3.2.5.5 *Solve Load Step 1 – n*

Load ini dilakukan untuk melakukan *running* terhadap model yang telah dikondisikan sesuai dengan tahapan sebelumnya. Running ini dilakukan dengan cara bertahap sesuai dengan tahapan pembebanan. yang telah ditetapkan sehingga dalam penentuannya, Solve load ini dilakukan dimulai dari tahap 1 hingga tahap terakhir (n) dengan hasil seperti pada Gambar 3.24



Gambar 3.25 Contoh Hasil Rentang Tegangan pada Material Berdasarkan Perhitungan *Software*

3.2.5.6 *Post Processor*

Tahap ini merupakan tahap untuk mendapatkan hasil distorsi dan tegangan sisa pada tiap tiap arus listrik sebagai variable tersebut. Hasil dari proses ini merupakan ilustrasi atau penggambaran efek pembebanan pada material tersebut.

3.2.6 Analisa Data

Pada Tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil pelaksanaan proses analisa *thermal* dan struktural hadap material pengelasan. Dari hasil analisa tersebut maka didapatkan tegangan sisa dan distorsi dari tiap tiap proses pengelasan yang memiliki variasi arus listrik yaitu 100 A, 125 A dan 150 A|

3.2.7 Hasil Eksperimen

Hasil eksperimen atau hasil dari uji coba laboratorium adalah yang telah dilakukan untuk mendapatkan data distorsi pada material Aluminium A5083 dengan variasi Arus listrik pengelasan melalui uji Lab. data data distorsi pada tiap tiap arus listrik pengelasan di setiap lapisan *pass* dituliskan pada Tabel 3.4, Tabel 3.5 dan Tabel 3.6

Tabel 3.4 Data Hasil Perubahan Distorsi 100 A (Detta. 2015)

Titik	Perubahan Distorsi (mm)			
	Root pass	Hot pass 1	Hot pass 2	Capping
A	0,38	0,14	0,40	1,01
B	0,37	0,24	0,46	0,97
C	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
D	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
E	0,38	0,12	0,40	1,01
	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
G	0,57	0,19	0,35	0,59
H	0,38	0,13	0,35	0,58
I	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
J	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~

Tabel 3.5 Data Hasil Perubahan Distorsi 125 A (Detta. 2015)

Titik	Perubahan Distorsi (mm)			
	Root pass	Hot pass 1	Hot pass 2	Capping
A	0,35	0,15	0,65	1,44
B	0,47	0,48	0,71	1,37
C	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
D	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
E	0,35	0,15	0,65	1,25

Tabel 3.5 Data Hasil Perubahan Distorsi 125 A (Lanjutan). (Detta. 2015)

Titik	Root pass	Hot pass 1	Hot pass 2	Capping
F	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
G	0,28	0,33	0,42	0,8
H	0,29	0,3	0,4	0,75
I	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
J	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~

Tabel 3.6 Data Hasil Perubahan Distorsi 150 A (Detta. 2015)

Titik	Distorsi (mm)			
	Root pass	Hot pass 1	Hot pass 2	Capping
A	0,50	0,72	0,55	2,05
B	0,4	0,65	0,57	1,75
C	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
D	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
E	0,45	0,7	0,65	1,85
F	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
G	0,42	0,68	0,45	1,35
H	0,35	0,6	0,45	1,25
I	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~
J	Tidak ada Perubahan	~ " ~	~ " ~	~ " ~

3.2.8 Validasi Hasil Simulasi

Tahapan ini merupakan tahapan yang dilakukan dengan membandingkan distorsi antara hasil yang didapatkan melalui perhitungan numerik dan hasil yang didapatkan berdasarkan uji laboratorium. Validasi dari hasil perhitungan tersebut ditentukan dengan cara membuat perbandingan pada perbedaan dari hasil kedua metode tersebut. Pada Pemodelan *Single Pass*, Hasil distorsi dari proses perhitungan numeris dibandingkan dengan deformasi pada *Capping* proses pengelasan uji laboratorium. Sedangkan pada pemodelan *Multipass*, hasil perhitungan deformasi numeris dibandingkan dengan penjumlahan seluruh deformasi pada tiap tiap layer pengelasan.

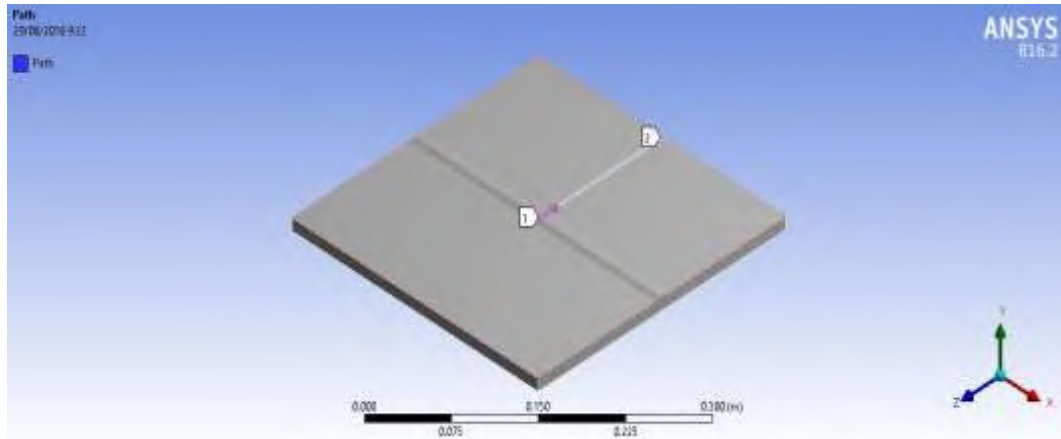
3.2.9 Kesimpulan

Kesimpulan ialah tahapan untuk membuat analisa terhadap hasil validasi tersebut sehingga membentuk inti dari hasil penelitian. Kesimpulan akan menentukan hasil akhir dari penelitian ini yaitu hasil tegangan sisa dan distorsi pada material Aluminium Al5083 dan perbandingan distorsi antara perhitungan Lab dan Numerik.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Tegangan Sisa Model *Single-Pass*



Gambar 4.1 *Path-Line* sebagai penentu panjang distribusi Tegangan Sisa

Dalam menentukan tegangan sisa digunakan garis edar atau *Path-Line*. *Path-Line* ini memiliki fungsi untuk menentukan satu atau lebih panjang dari material pengelasan yang akan ditentukan nilai tegangan sisanya. Pada penelitian ini, *pathline* yang digunakan sesuai dengan Gambar 4.1 dengan koordinat:

Start (1) : X = 150 mm

Y = 1.2 mm

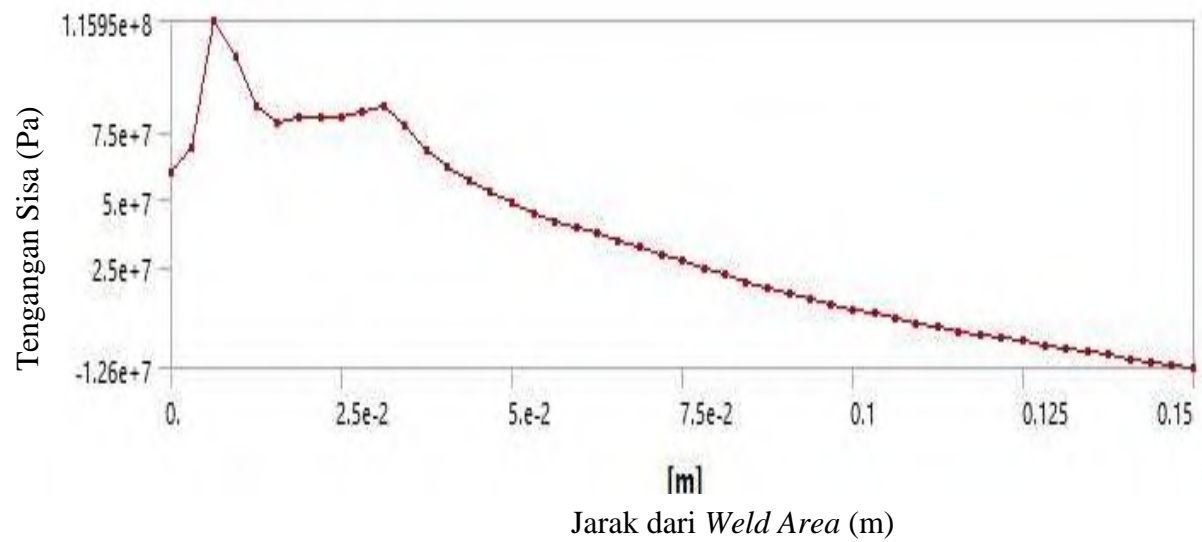
Z = 0 mm

End (2) : X = 150 mm

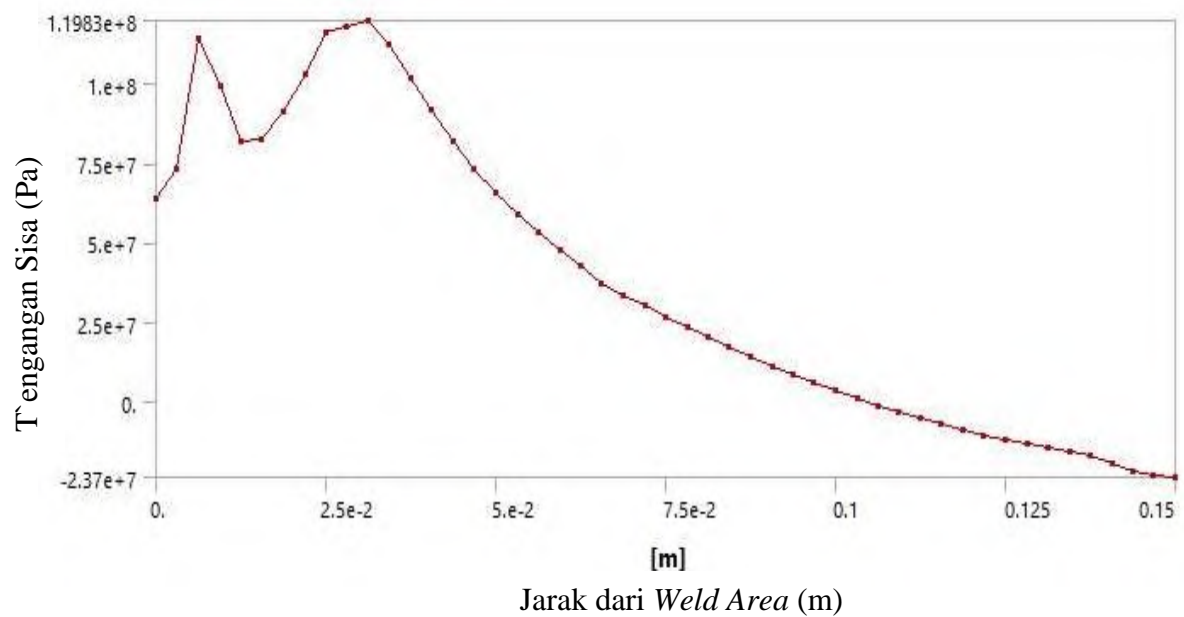
Y = 1.2 mm

Z = - 150 mm

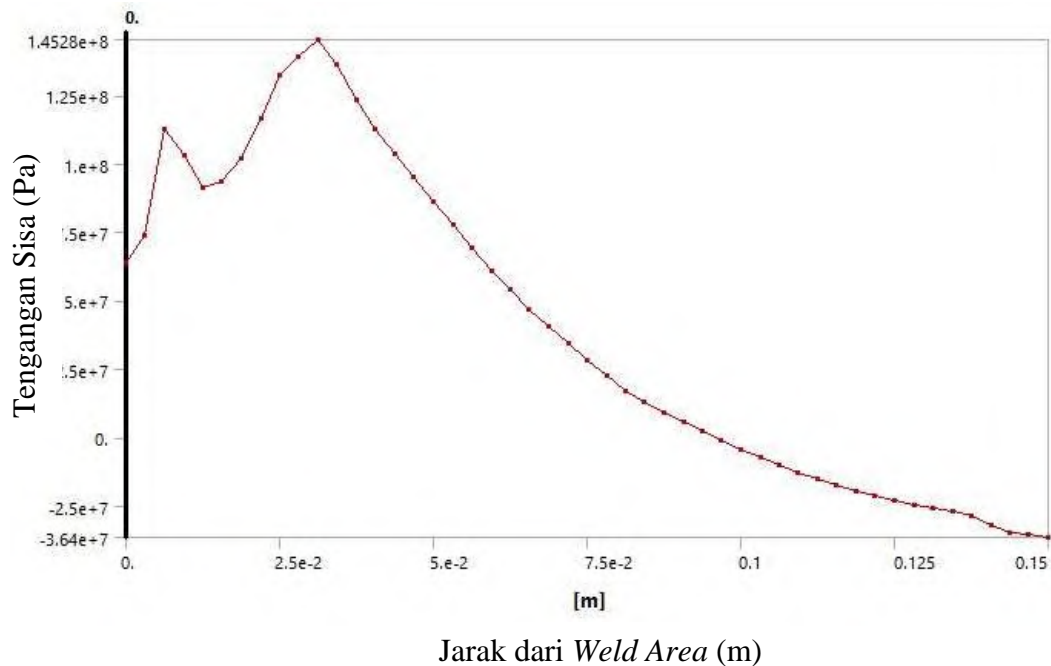
Path-Line yang diaplikasikan pada material tersebut kemudian digunakan sebagai garis penentu wilayah tegangan sisa hasil perhitungan numeris sesuai dengan gambar 4.2; 4.3 dan 4.4



Gambar 4.2 Tegangan Sisa dengan Variasi Arus Listrik 100 A



Gambar 4.3 Tegangan Sisa dengan Variasi Arus Listrik 125 A



Gambar 4.4 Tegangan Sisa dengan Variasi Arus Listrik 150 A

Berdasarkan hasil perhitungan numeris, didapatkan tegangan sisa maksimum yang terjadi terhadap material dengan pemodelan *single-pass* sesuai dengan arus listrik sebagai berikut:

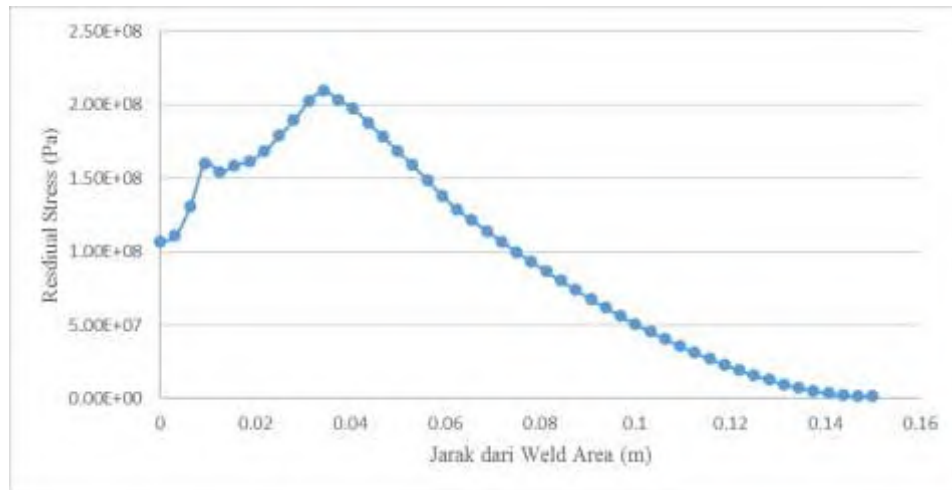
- 100 A : 116 Mpa
- 125 A : 120 Mpa
- 150 A : 145 Mpa

4.2 Tegangan Sisa Model *Multi-Pass*

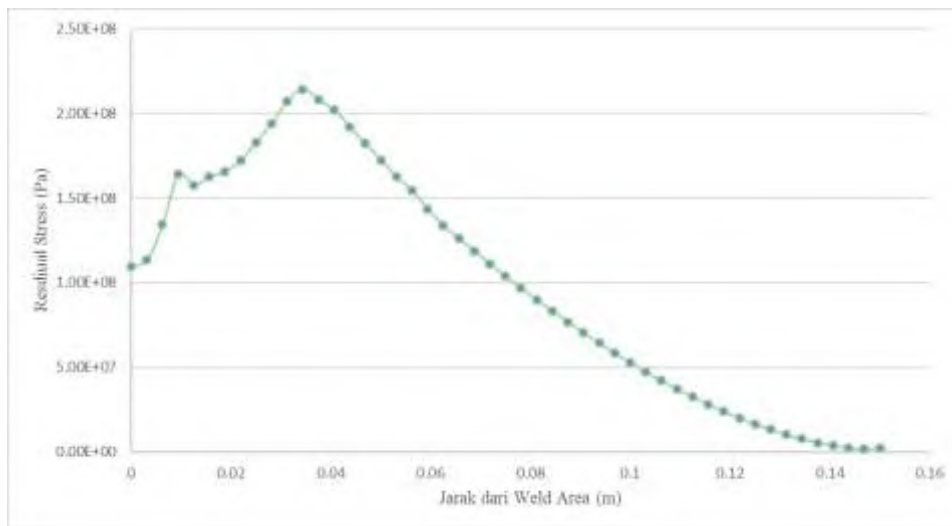
Pada perhitungan numeris, didapatkan tegangan sisa maksimum sepanjang *path-line* seperti pada gambar 4.1 dengan variasi arus listrik pengelasan sebagai berikut:

- 100 A : 209 Mpa
- 125 A : 211 Mpa
- 150 A : 214 Mpa

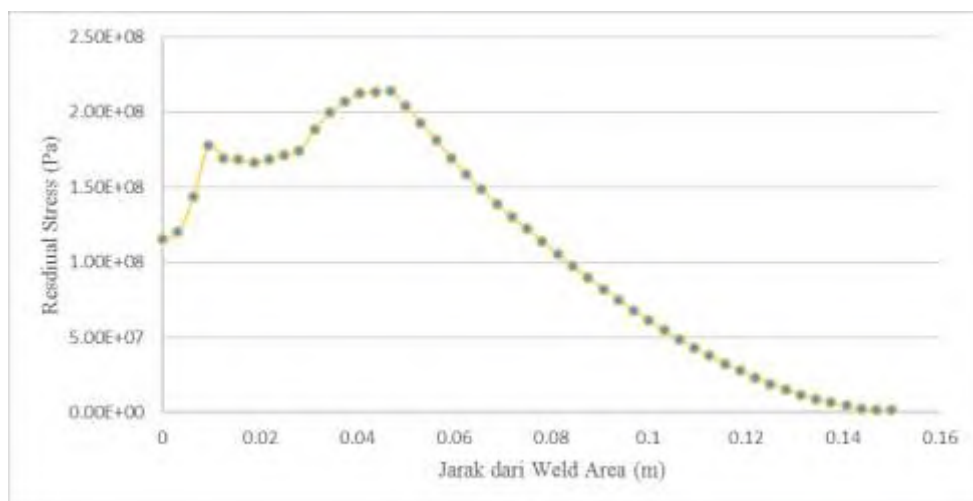
Hasil keseluruhan rentang tegangan sisa sepanjang *path-line* adalah seperti yang digambarkan pada Gambar 4.5 ; Gambar 4.6 dan Gambar 4.7



Gambar 4.5 Grafik *Residual Stress* pada variasi 100 A



Gambar 4.6 Grafik *Residual Stress* pada variasi 125 A

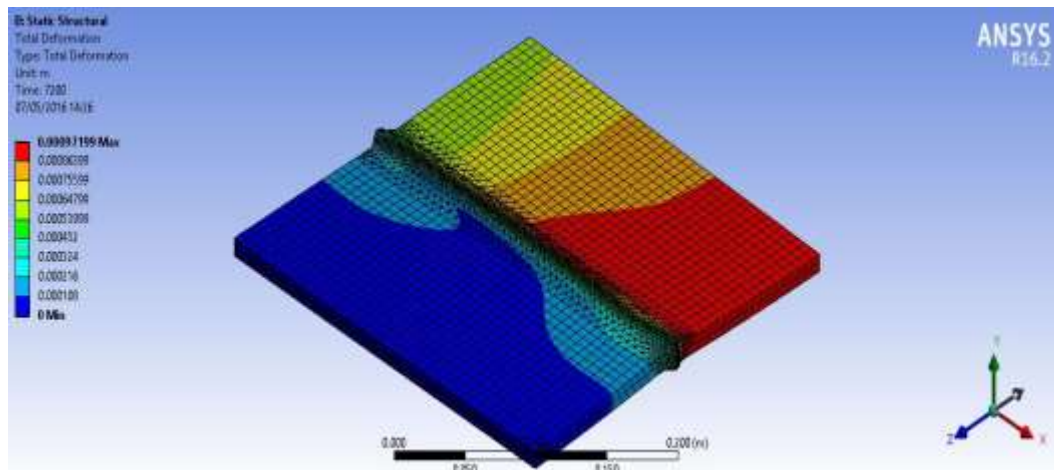


Gambar 4.7 Grafik *Residual Stress* pada variasi 150 A

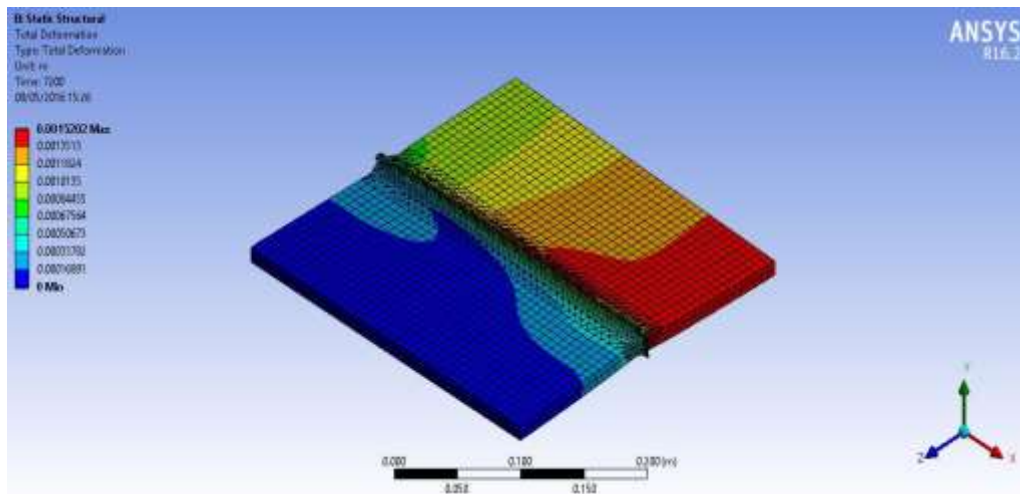
4.3 Distorsi Model *Single-Pass*

Perhitungan deformasi pada material akibat proses pengelasan yang dimodelkan secara numeris pada ANSYS Mechanical APDL, dilakukan dengan menggunakan Software ANSYS Workbench.. Pada hasil perhitungan deformasi, tergambarakan material dengan distribusi deformasi yang terpetakan berdasarkan gradasi warna yaitu merah, jingga, kuning, hijau hingga biru seperti yang digamrbakan pada gambar 4.8 hingga 4.19 . Tiap tiap gradasi warna tersebut mewakili rentang deformasi yang berbeda.

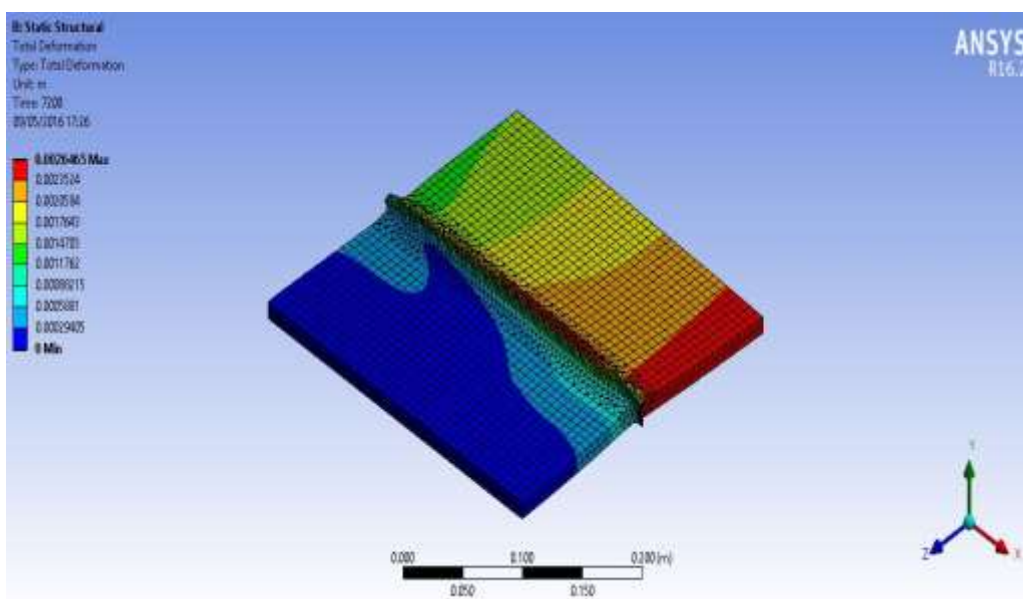
Hasil deformasi yang didapatkan berdasarkan perhitungan numeris dengan pemodelan proses pengelasan *Single Pass* dan variasi arus listirk yaitu 100 A, 125A, 150A sert a variasi *meshing* guna memperhitungkan *meshing sensitivity*.



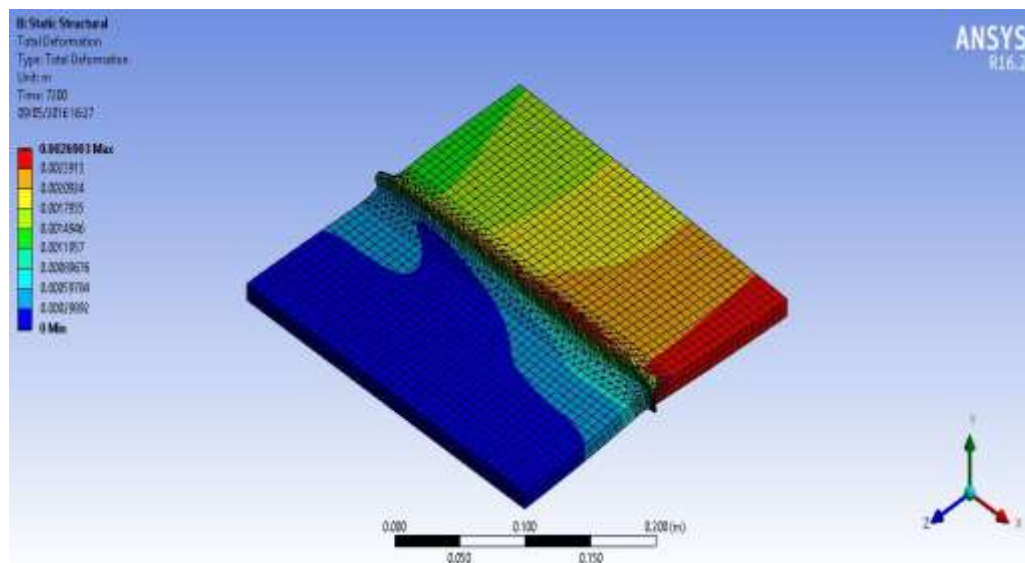
Gambar 4.8 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan *Meshing* 0.35 mm



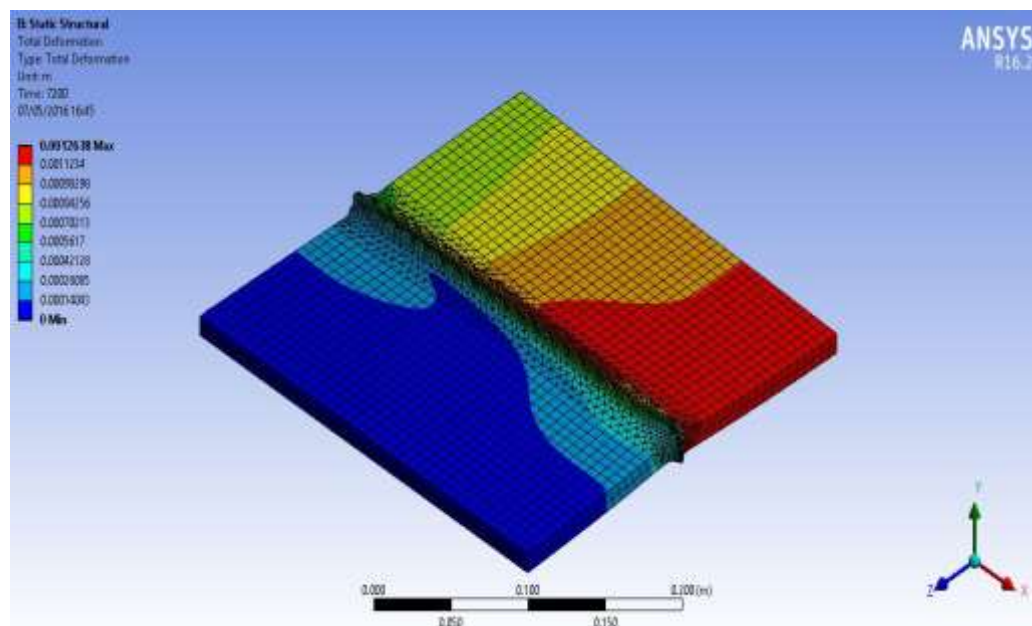
Gambar 4.9 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan *Meshing* 0.4 mm



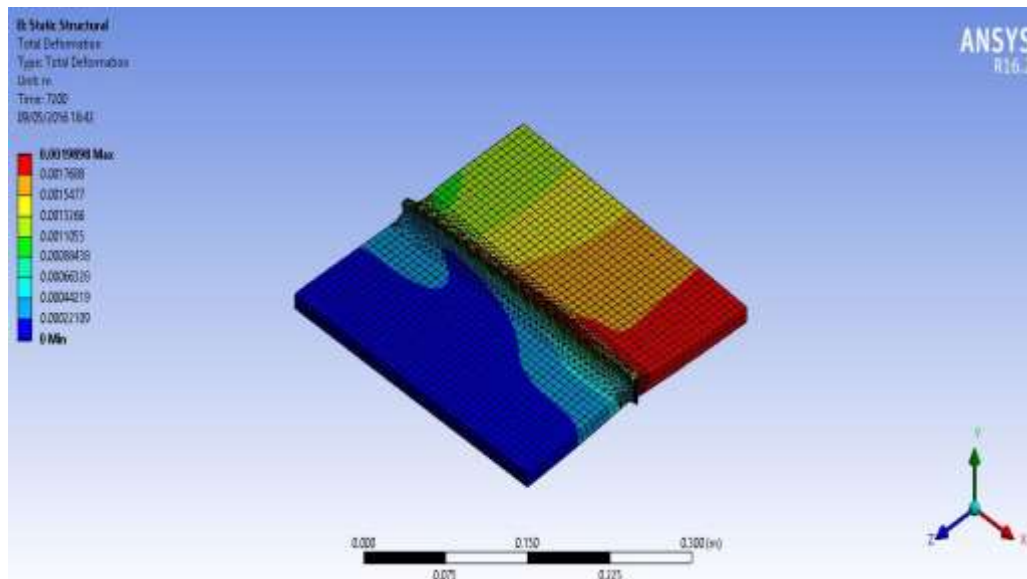
Gambar 4.10 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan *Meshing* 0.5 mm



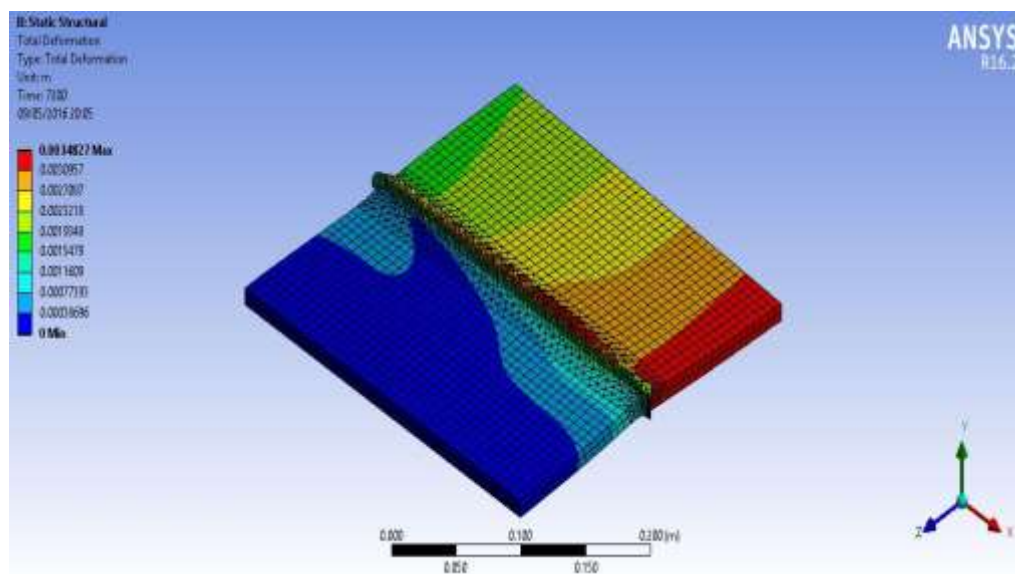
Gambar 4.11 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A dan *Meshing* 0.65 mm



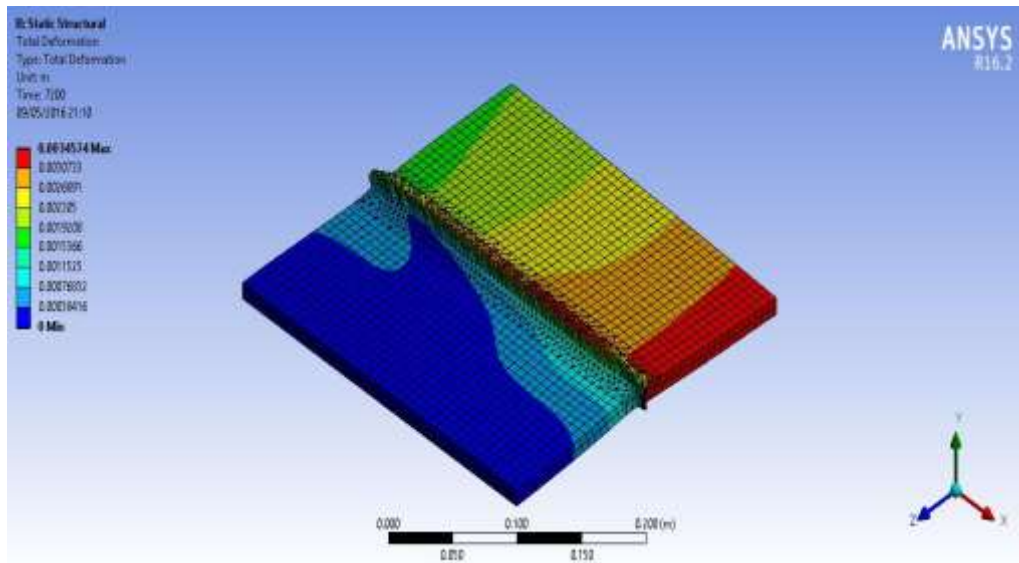
Gambar 4.12 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan *Meshing* 0.35 mm



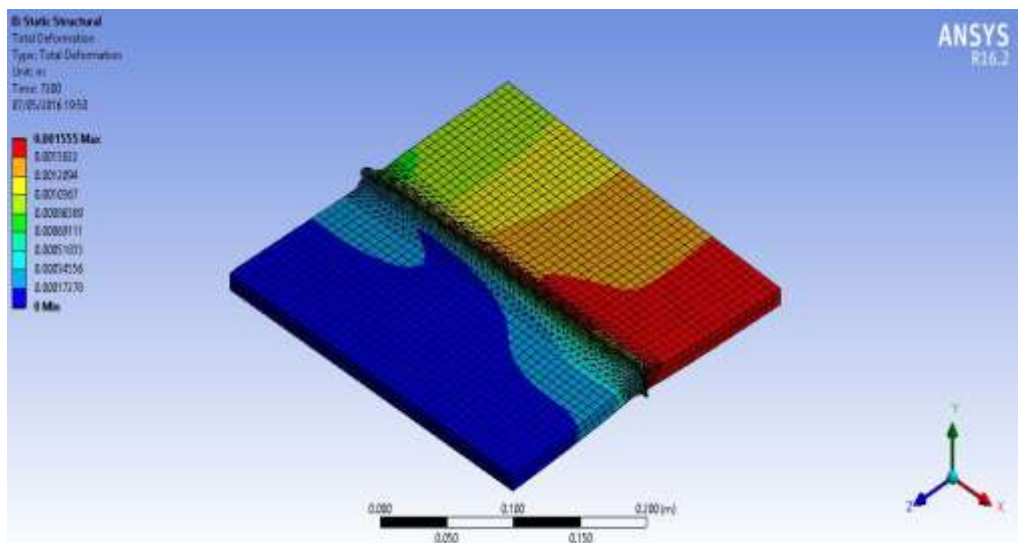
Gambar 4.13 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan *Meshing* 0.4 mm



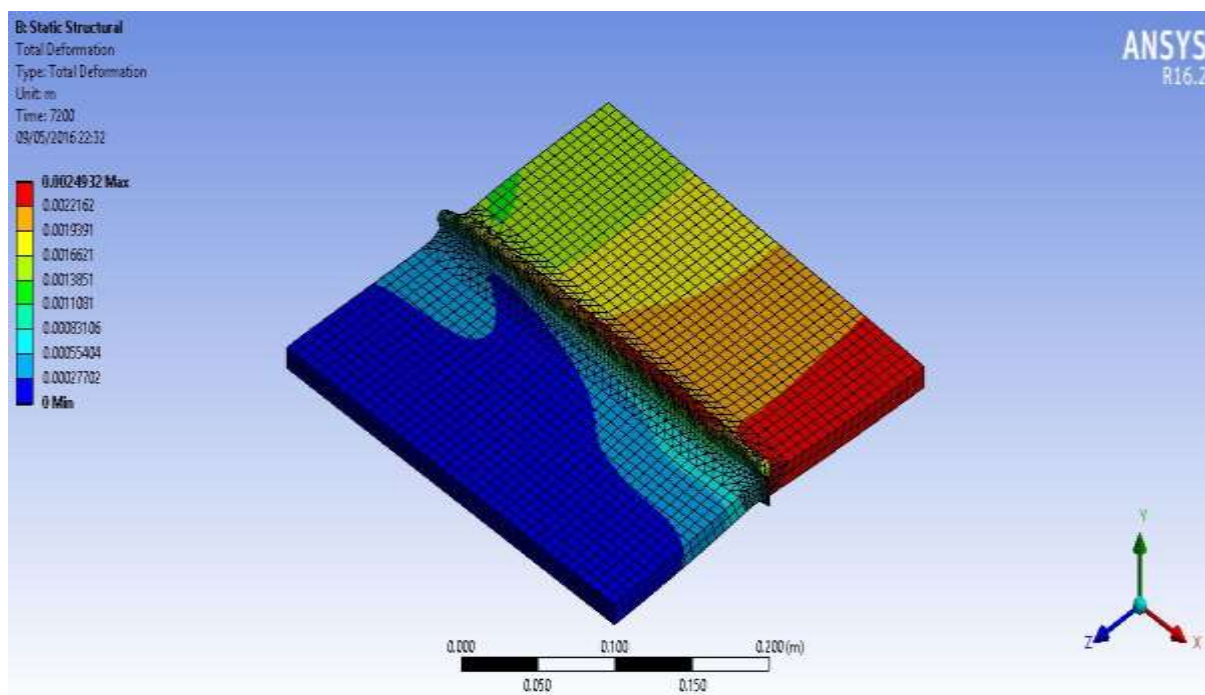
Gambar 4.14 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan *Meshing* 0.5 mm



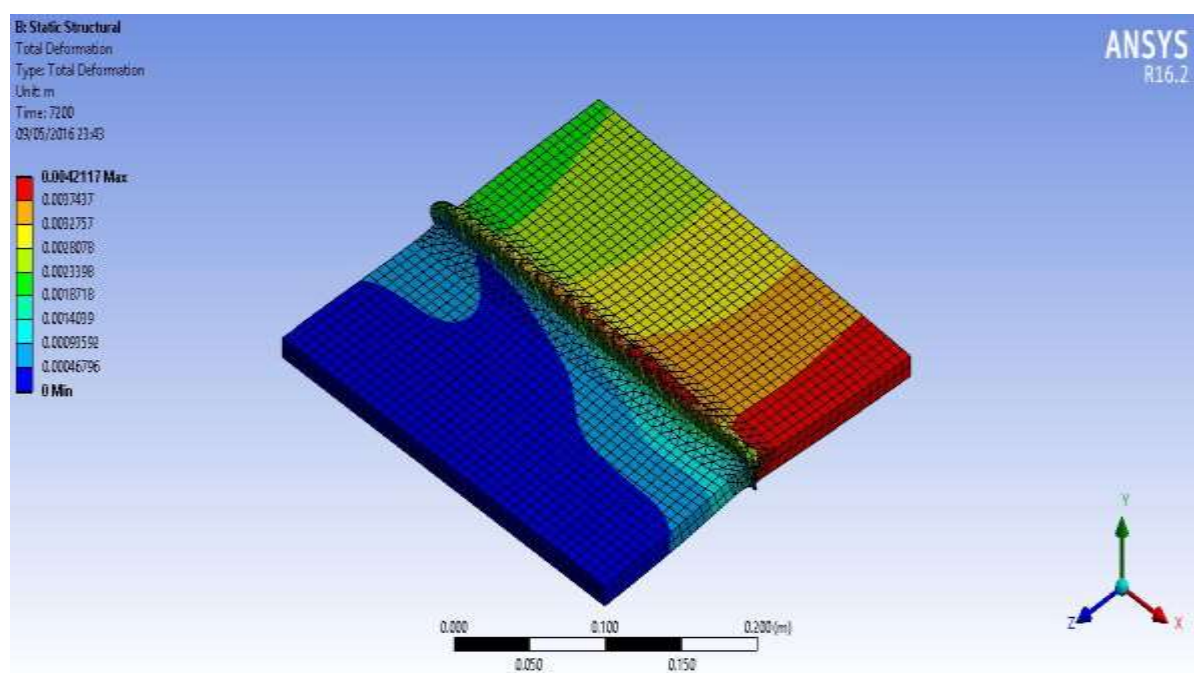
Gambar 4.15 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A dan *Meshing* 0.65 mm



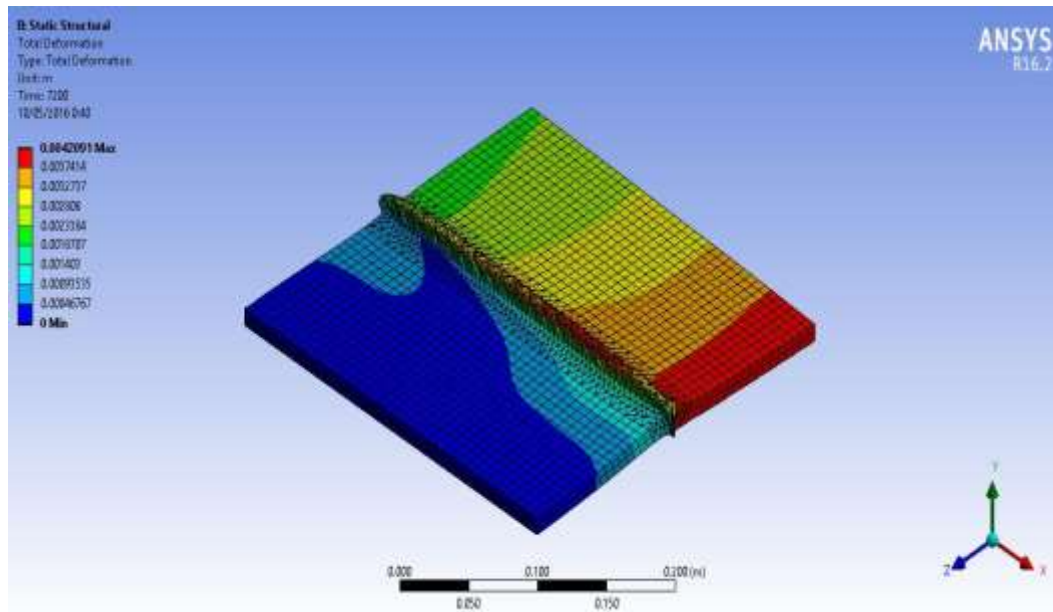
Gambar 4.16 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan *Meshing* 0.35 mm



Gambar 4.17 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan *Meshing* 0.4 mm



Gambar 4.18 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan *Meshing* 0.5 mm

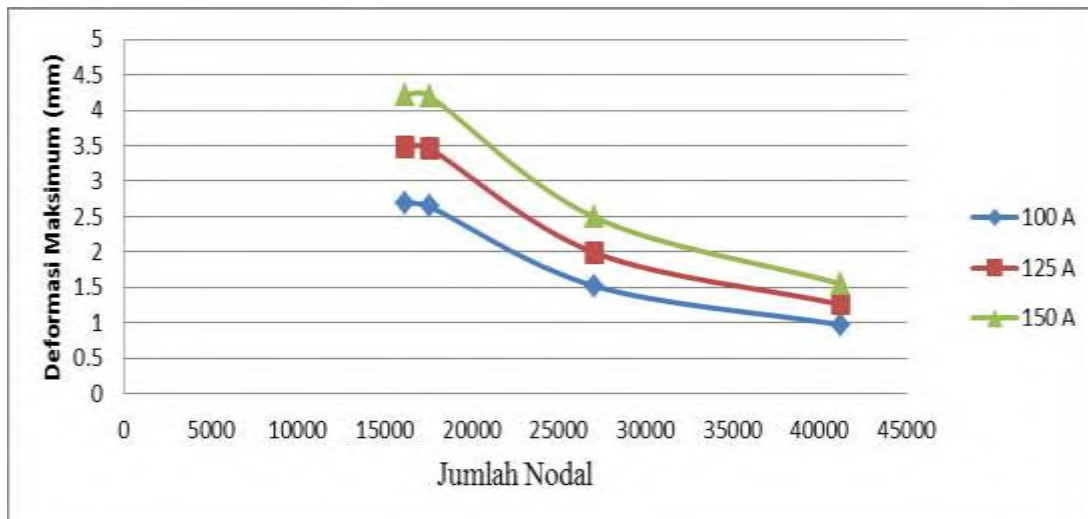


Gambar 4.19 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A dan *Meshing* 0.65 mm

Tabel 4.1 Distorsi Maksimum (mm) Berdasarkan Arus Listrik (A) dan Jumlah Nodal

Arus Listrik (A)	Jumlah Nodal				
	41219	<i>Uji Lab.</i>	27059	17567	16139
100	0.972	1.01	1.52	2.64	2.69
125	1.26	1.45	1.99	3.46	3.48
150	1.55	2.05	2.49	4.2	4.21

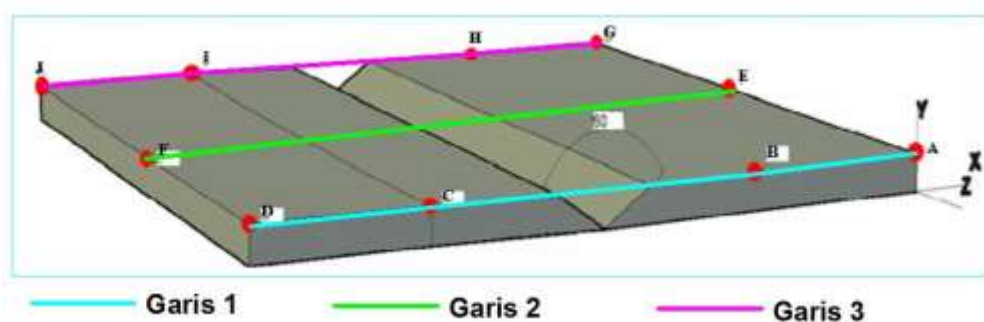
Sesuai dengan Tabel 4.1 , didapatkan bahwa *meshing* dengan ukuran nilai panjang yang lebih tinggi (*Meshing* lebih kasar) akan menghasilkan nilai deformasi yang lebih besar sehingga memiliki perbedaan yang semakin jauh dengan proses pengelasan melalui uji laboratorium. Hal ini mengimplikasikan adanya peningkatan *Error* pada hasil perhitungan numeris. *Meshing* yang lebih halus atau *meshing* dengan nilai panjang yang lebih kecil akan menghasilkan nilai yang lebih akurat dan mendekati nilai deformasi sesuai dengan hasil uji Laboratorium seperti yang di gambarkan pada gambar 4.20



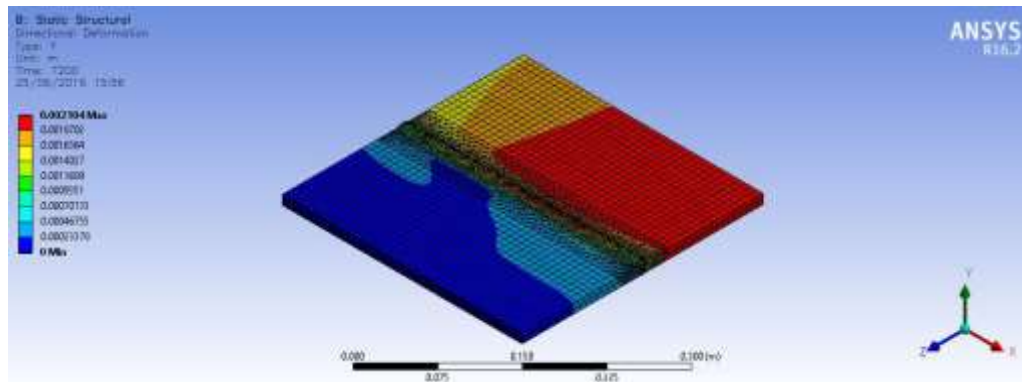
Gambar 4.20 Grafik Deformasi (mm) Berdasarkan Arus Listrik Pengelasan (A) dan Jumlah Nodal

4.4 Distorsi Model *Multi Pass*

Pada perhitungan numerik dengan simulasi utuh yaitu memodelkan proses pengelasan secara multi pass, maka didapatkan hasil distorsi pada material yang lebih sesuai dengan hasil uji laboratorium. Pada Gambar 4.22 digambarkan hasil pemodelan distorsi dalam bentuk 3D secara menyeluruh. Hasil pemodelan numerik tersebut dihitung berdasarkan titik – titik yang telah ditentukan pada uji laboratorium sebelumnya seperti pada gambar 2.8 kemudian diinterpretasikan seperti pada Tabel 4.2. Pada Tabel 4.2 dituliskan distorsi pada titik A,B,C,D,E,F,G,H,I dan J berdasarkan perhitungan melalui uji laboratorium dan perhitungan secara numerik yang kemudian dihitung perbedaan antara keduanya dalam persentase.



Gambar 4.21 Garis Identifikasi Distorsi



Gambar 4.22 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 100 A Model *Multi Pass*

Tabel 4.2 Perbandingan antara Uji Lab. dengan Perhitungan Numerik Distorsi pada Variasi Arus Listrik 100 A

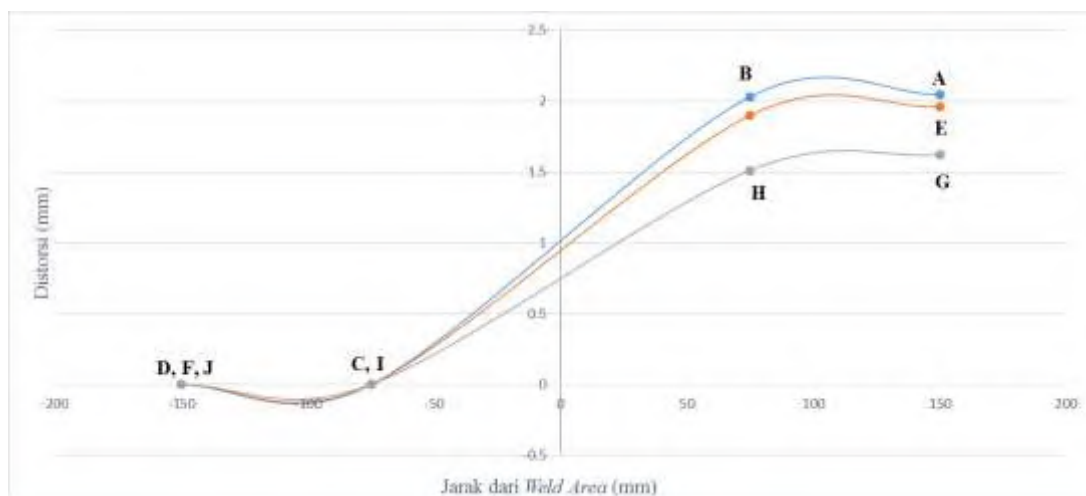
Garis	Titik	Uji Lab (mm)	Perhitungan Numerik (mm)	Selisih (%)
1	A	1.93	2.04	5.7%
	B	2.04	2.03	0.5%
	C	0	0	-
	D	0	0	-
2	E	1.91	1.96	2.6%
	F	0	0	-
3	G	1.7	1.62	4.7%
	H	1.44	1.51	4.9%
	I	0	0	-
	J	0	0	-

Pemodelan distorsi pada material dalam bentuk 2 Dimensi (2D) pada Gambar 4.23 dan pemodelan distorsi menggunakan garis kontur pada Gambar 4.24 digambarkan untuk mendapatkan ilustrasi dari hasil perhitungan numeris secara lebih medetail. Berdasarkan perhitungan distorsi yang tertuliskan pada Tabel 4.2, didapatkan tipe distorsi yang terjadi pada material ini adalah distorsi angular. Sesuai dengan gambar 4.21 pola distorsi disesuaikan berdasarkan garis – garis identifikasi dengan garis 1 menghubungkan titik A-B-C-D ; garis 2 menghubungkan titik E – F dan garis 3 menghubungkan titik G – H – I – J.

Distorsi yang terjadi pada material dengan proses pengelasan menggunakan arus listrik 100 A memiliki nilai lebih dari 0 (nol) pada titik A,B,G,H dan E dengan nilai maksimum 2,04 mm pada titik A ; 1,62 mm pada titik G dan 1,96 mm pada titik E.



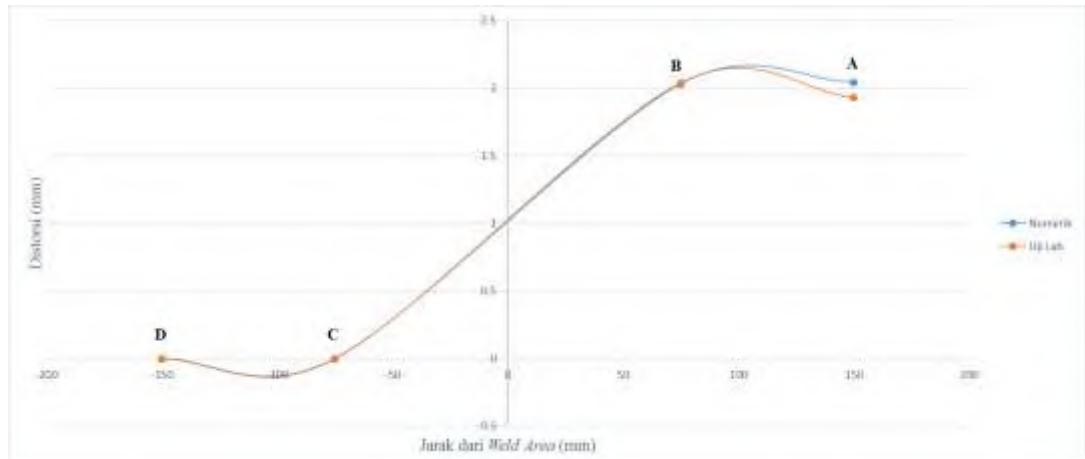
Gambar 4.23 Distorsi 2D (cm) Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 100 A



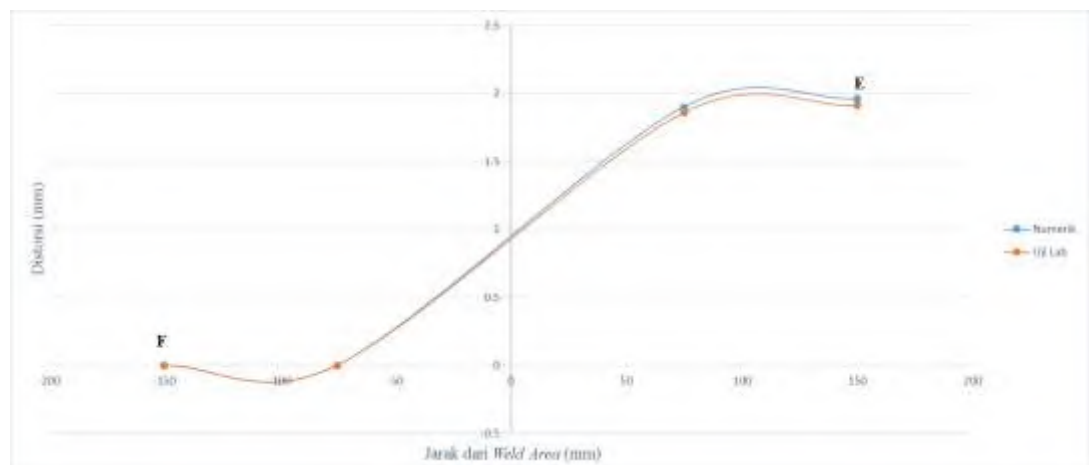
Gambar 4.24 Garis Kontur Distorsi Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 100 A

Pada gambar 4.25 ; 4.26 dan 4.27 diilustrasikan distorsi pada tiap tiap garis identifikasi yang membandingkan 2 hasil perhitungan yang berbeda yaitu perhitungan numeris dan perhitungan berdasarkan pengujian

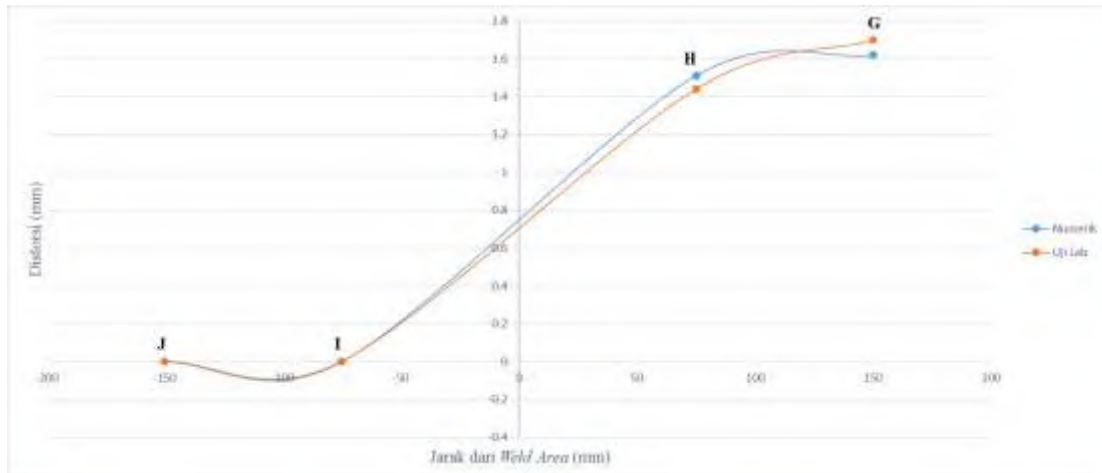
laboratorium. Tiap tiap garis identifikasi tersebut memiliki titik – titik pantau distorsi yang berbeda.



Gambar 4.25 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 1 dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A

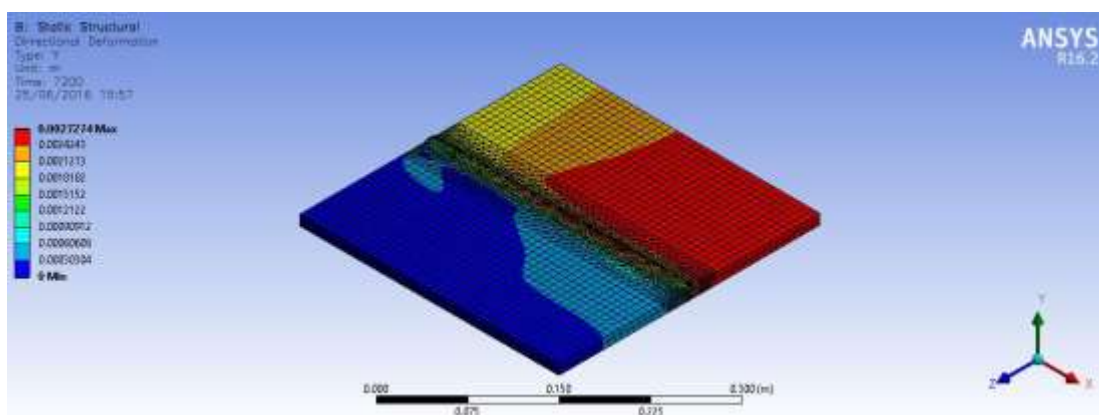


Gambar 4.26 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 2 dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A



Gambar 4.27 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 3 dengan Arus Listrik Pengelasan 100 A

Distorsi pada proses pengelasan dengan arus listrik 125 Ampere secara umum memiliki nilai yang relatif lebih tinggi dari nilai distorsi pada proses pengelasan dengan arus listrik 100 A. Pada Gambar 4.28 didapatkan pola distribusi distorsi yang relatif mirip dengan pola distorsi seperti yang digambarkan pada Gambar 4.22. Nilai distorsi pada titik A memiliki nilai tertinggi diikuti dengan nilai distorsi pada titik E yang kemudian diikuti dengan nilai distorsi pada titik G. Nilai – nilai distorsi hasil perhitungan numeris proses pengelasan dengan arus listrik senilai 125 A yang dibandingkan dengan nilai – nilai distorsi melalui uji laboratorium dituliskan pada Tabel 4.3



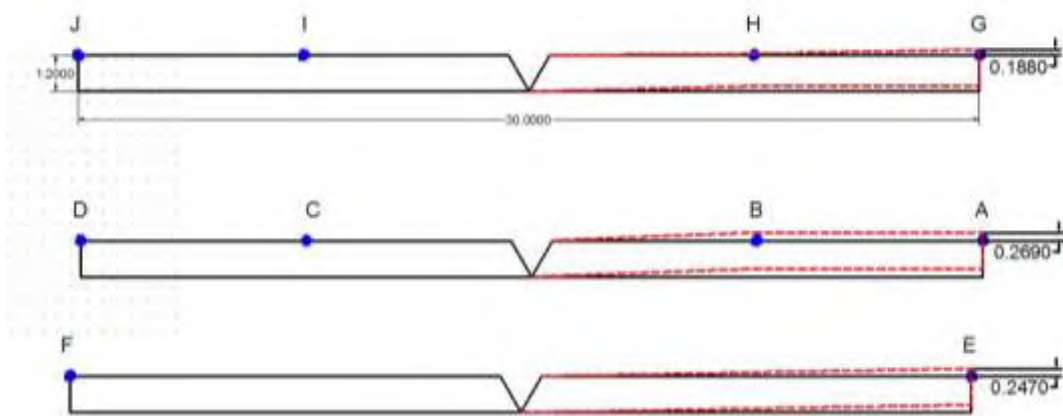
Gambar 4.28 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 125 A Model *Multi Pass*

Tabel 4.3 Perbandingan antara Uji Lab. dengan Perhitungan Numerik Distorsi pada Variasi Arus Listrik 125 A

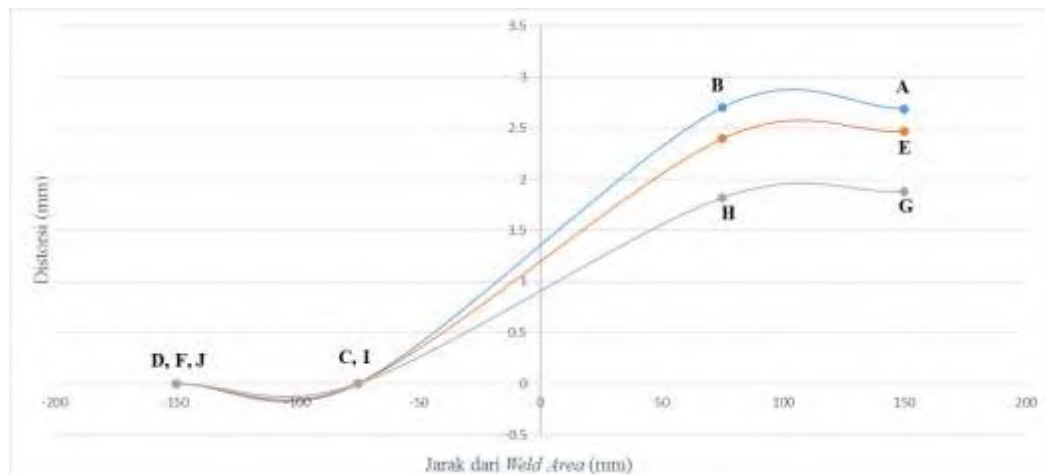
Garis	Titik	Uji Lab (mm)	Perhitungan Numerik (mm)	Selisih (%)
1	A	2.59	2.69	3.9%
	B	3.03	2.7	10.9%
	C	0	0	-
	D	0	0	-
2	E	2.4	2.47	2.9%
	F	0	0	-
3	G	1.84	1.88	2.2%
	H	1.74	1.82	4.6%
	I	0	0	-
	J	0	0	-

Distorsi yang terjadi pada material dengan proses pengelasan menggunakan arus listrik 125 A memiliki nilai lebih dari 0 (nol) pada titik A,B,G,H dan E dengan nilai maksimum 2,7 mm pada titik B ; 1,88 mm pada titik G dan 2,47 mm pada titik E. Titik A memiliki nilai distorsi yang relatif sama dengan nilai distorsi pada titik B dimana keduanya berselisihkan 0,01 mm sehingga pola distribusi distorsi pada pengelasan dengan arus listrik 125 A dan 100 A adalah relatif sama.

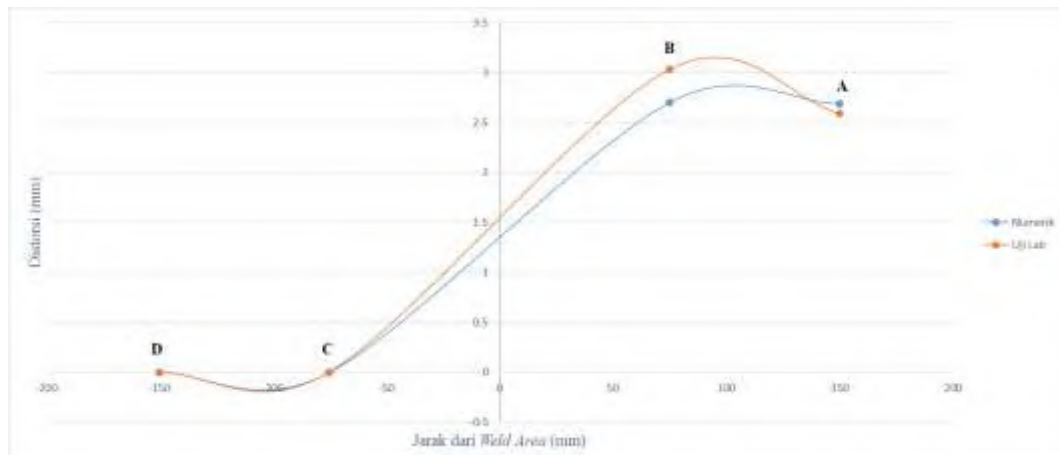
Pada Gambar 4.29 digambarkan pola distorsi secara melintang dalam bentuk 2 dimensi serta garis kontur distorsi pada material seperti yang digambarkan pada Gambar 4.30. Kedua gambar tersebut merupakan interpretasi visual dari hasil perhitungan numeris yang digambarkan pada Gambar 4.28. Pada gambar 4.31 ; 4.32 dan 4.33 diilustrasikan distorsi dari setiap garis identifikasi yang membandingkan antara dua hasil perhitungan yaitu perhitungan numeris dan perhitungan berdasarkan pengujian laboratorium.



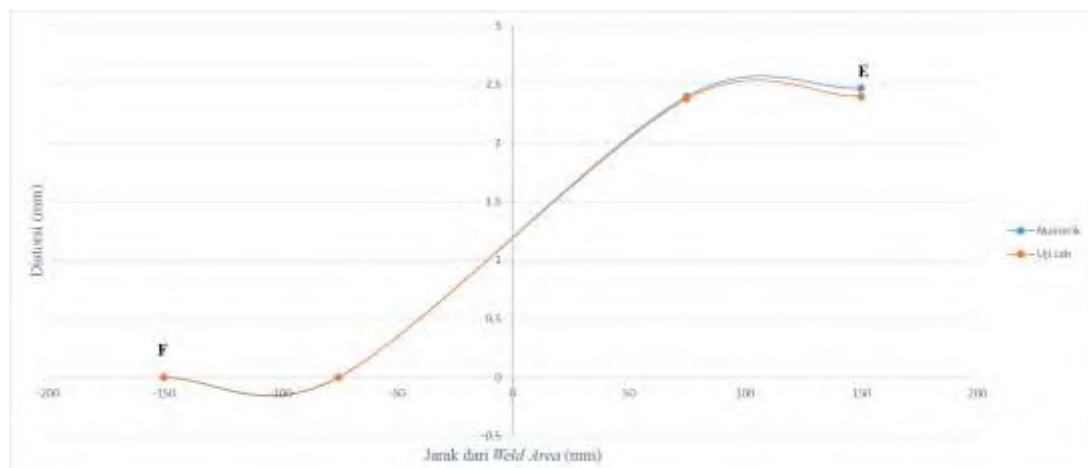
Gambar 4.29 Distorsi 2D (cm) Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 125 A



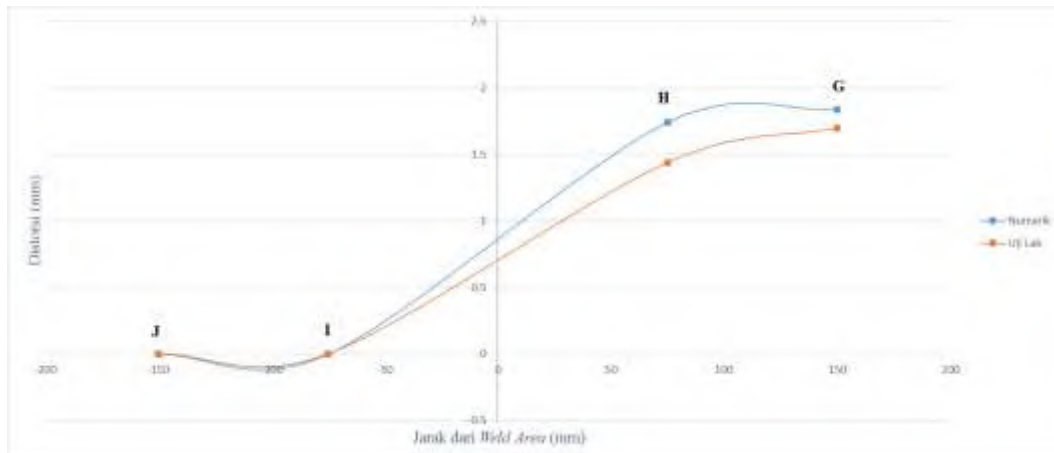
Gambar 4.30 Garis Kontur Distorsi Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 125 A



Gambar 4.31 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 1 dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A

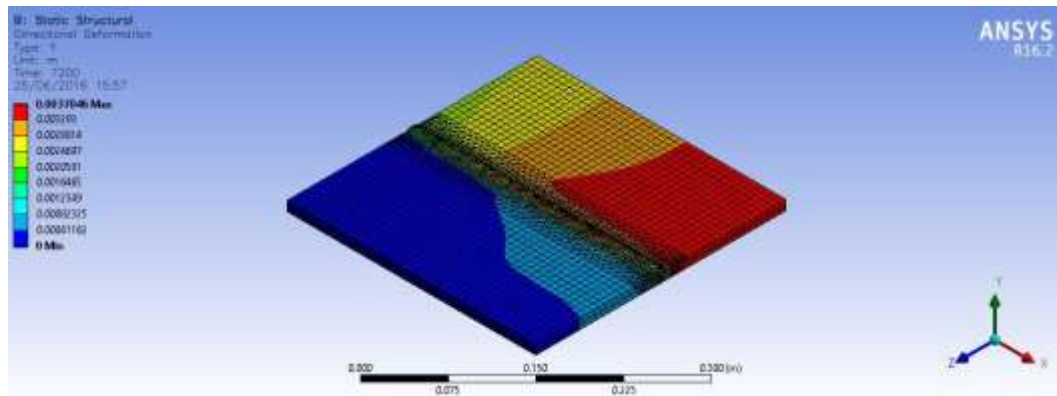


Gambar 4.32 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 2 dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A



Gambar 4.33 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 3 dengan Arus Listrik Pengelasan 125 A

Distorsi pada pengelasan dengan menggunakan arus listrik 150 A secara umum menghasilkan distorsi dengan nilai tertinggi. Pola distribusi distorsi secara menyeluruh dari proses pengelasan tersebut digambarkan pada Gambar 4.34. Nilai nilai distorsi dituliskan pada Tabel 4.3 dengan membandingkan hasil distorsi antara uji laboratorium dan perhitungan secara numeris. Nilai distorsi pada material yang dilas dengan arus listrik 150 A mencapai titik maksimum pada titik B senilai 3,63 mm ; titik E senilai 3.16 mm dan titik G senilai 2.77 mm. Hasil distorsi yang telah dituliskan pada table 4.4 kemudian diilustrasikan dalam bentuk model 2 dimensi seperti pada Gambar 4.35 dan garis kontur pada Gambar 4.36. Model 2 dimensi digambarkan secara melintang yang membagi material menjadi 3 bagian yaitu bagian sepanjang ujung 1 (A,B,C,D) ; bagian tengah (E,F) dan bagian sepanjang ujung 2 (G,H,I,J) dengan aktualisasi model seperti asli baik pada bentuk awal material sebelum proses pengelasan dan sesudah proses pengelasan dengan ilustrasi distorsi secara nyata. Garis kontur dibuat dengan menggambarkan material kedalam sebuah grafik secara 2 dimensi dengan sumbu x dan sumbu y dimana sumbu x mewakili posisi atau jarak titik yang mengalami distorsi dan sumbu y yang mewakili nilai panjang distorsi pada titik tertentu. Jarak titik pada sumbu x bermula pada titik tengah area pengelasan sehingga bernilai 0. Garis kontur ini dibuat untuk memberikan gambaran nilai distorsi pada material dengan tidak menekankan pada ilustrasi visual distorsi pada kondisi nyata

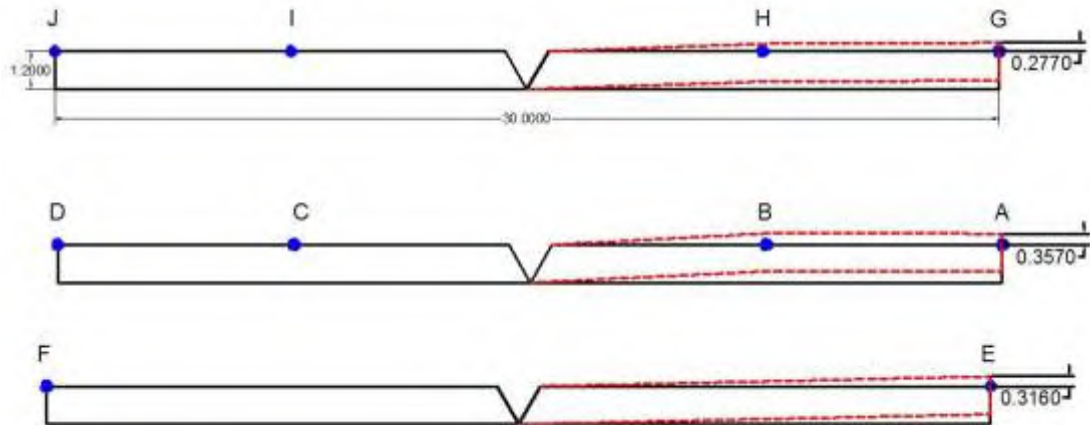


Gambar 4.34 Distorsi dengan Variasi Arus Listrik 150 A Model *Multi Pass*

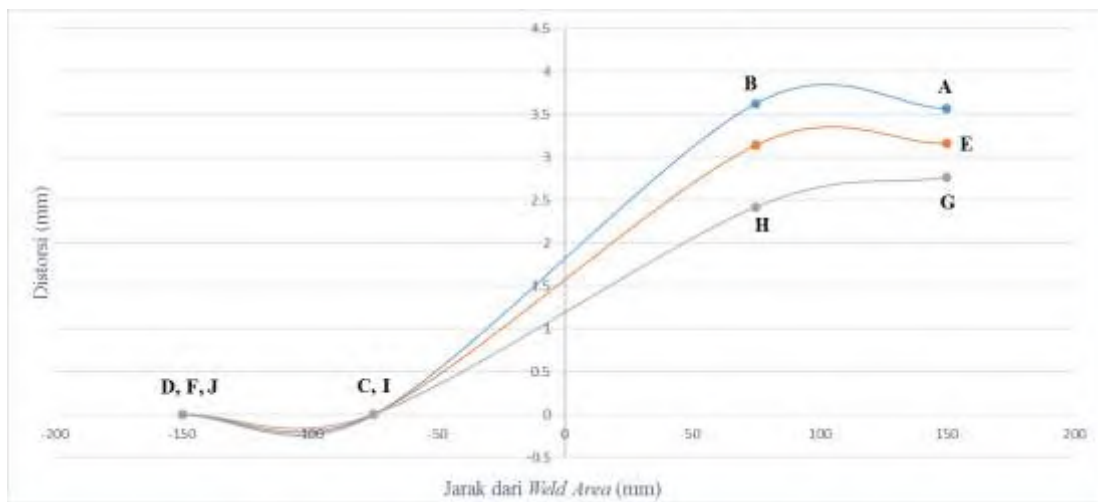
Tabel 4.4 Perbandingan antara Uji Lab. dengan Perhitungan Numerik Distorsi pada Variasi Arus Listrik 150 A

Garis	Titik	Uji Lab (mm)	Perhitungan Numerik (mm)	Selisih (%)
1	A	3.82	3.57	6.5%
	B	3.37	3.63	7.7%
	C	0	0	-
	D	0	0	-
2	E	3.65	3.16	13.4%
	F	0	0	-
3	G	2.9	2.77	4.5%
	H	2.65	2.42	8.7%
	I	0	0	-
	J	0	0	-

150 A

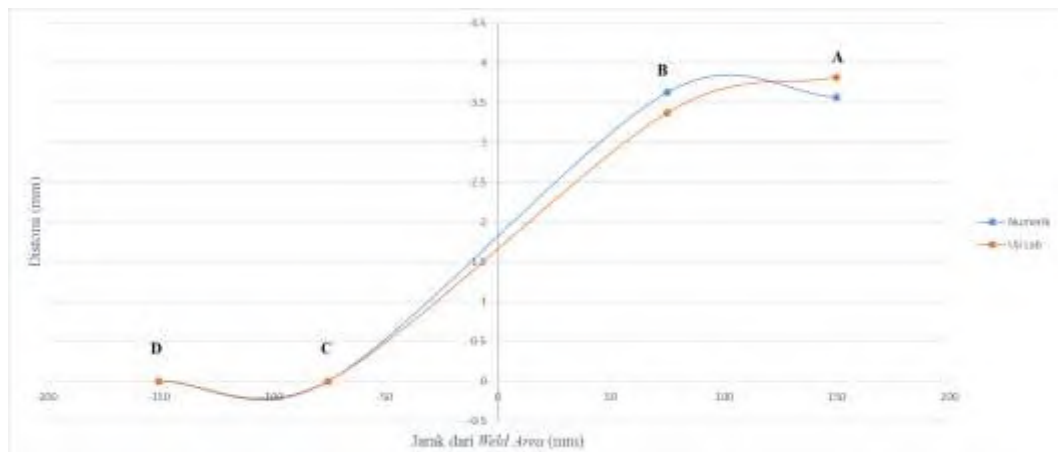


Gambar 4.35 Distorsi 2D (cm) Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 150 A

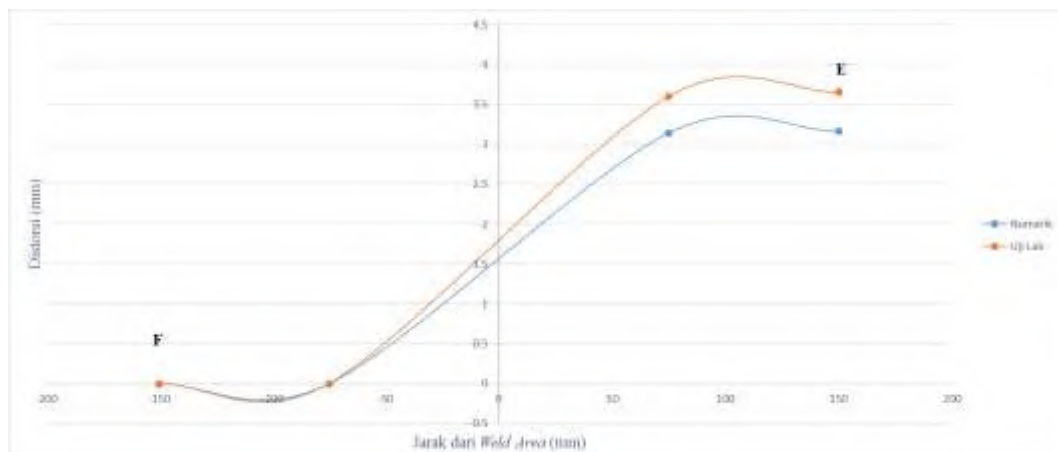


Gambar 4.36 Garis Kontur Distorsi Berdasarkan Perhitungan Numerik dengan Variasi Arus Listrik 125 A

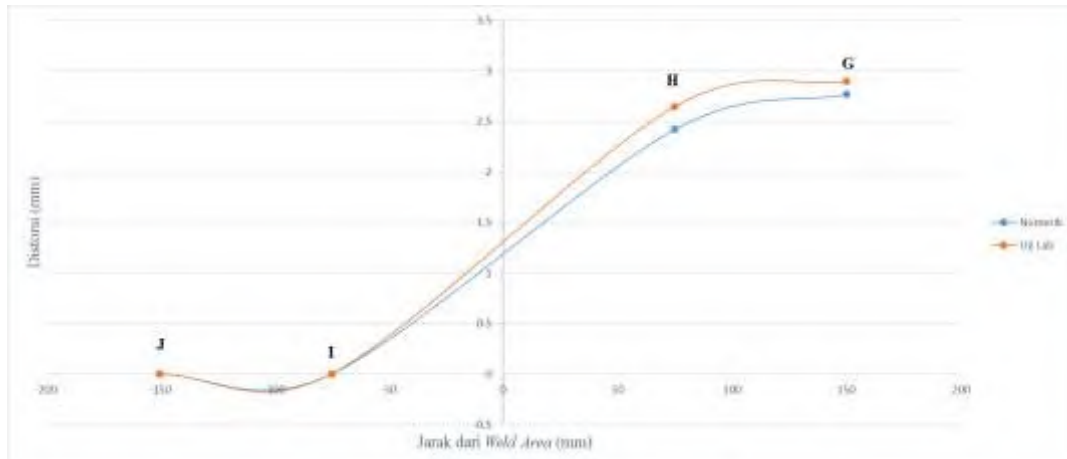
Pada gambar 4.37 ; 4.38 dan 4.39 digambar distorsi dari setiap garis identifikasi yang membandingkan antara dua hasil perhitungan yaitu perhitungan numeris dan perhitungan berdasarkan pengujian laboratorium dengan proses pengelesan menggunakan arus listrik senilai 150 A.



Gambar 4.37 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 1 dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A



Gambar 4.38 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 2 dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A

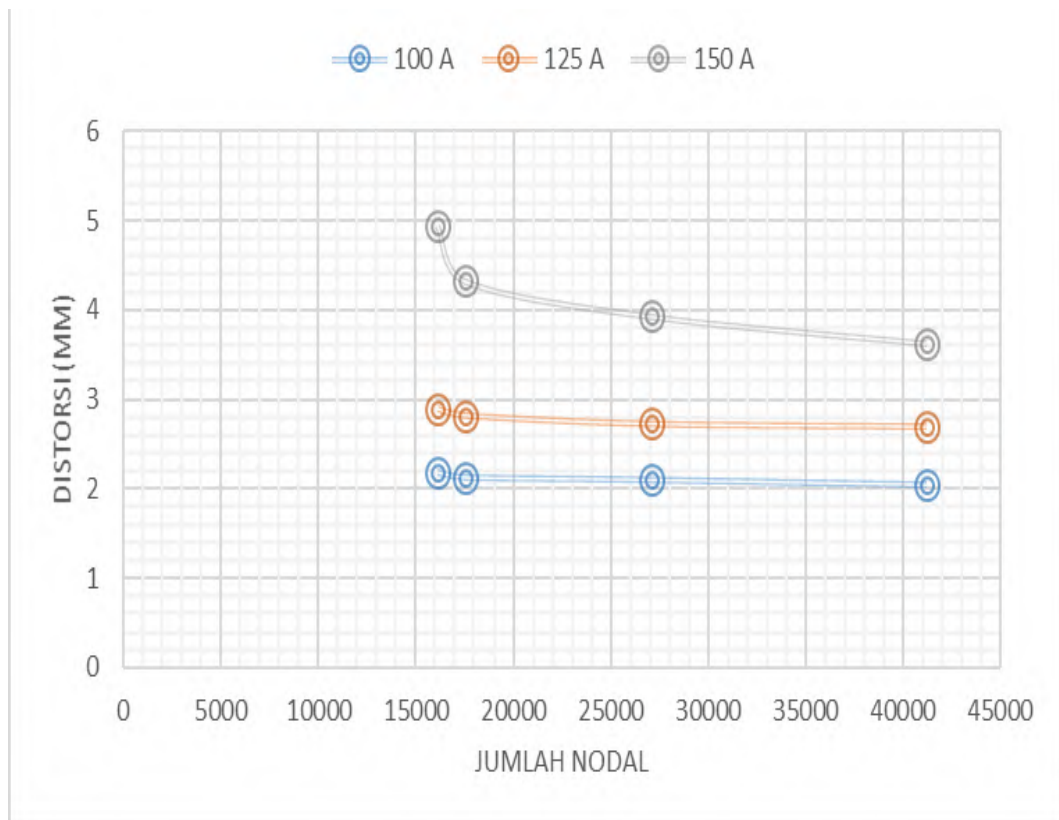


Gambar 4.39 Distorsi Sepanjang Garis Identifikasi 3 dengan Arus Listrik Pengelasan 150 A

Tabel 4.5 Meshing Sensitivity Distorsi Maksimum (mm)

Arus Listrik (A)	Jumlah Nodal				
	41219	<i>Uji Lab.</i>	27059	17567	16139
100	2.04	2.04	2.1	2.13	2.19
125	2.7	3.03	2.73	2.82	2.89
150	3.63	3.82	3.93	4.32	4.94

Sesuai dengan Tabel 4.5 , didapatkan bahwa *meshing* dengan ukuran nilai panjang yang lebih tinggi (*Nilai jumlah nodal semakin kecil*) akan menghasilkan nilai distorsi yang memiliki nilai perbedaan semakin jauh dengan proses pengelasan melalui uji laboratorium. Penurunan jumlah nodal akan menghasilkan kesalahan pada hasil perhitungan numeris dibandingkan dengan hasil uji laboratorium. Pada Gambar 4.40 didapatkan nilai distorsi yang relatif lebih konstan pada hasil perhitungan numeris menggunakan jumlah nodal yang lebih tinggi.



Gambar 4.40 Grafik Meshing Sensitivity Distorsi Maksimum (mm)

LAMPIRAN A
(*THERMAL ANALYSIS*)

1. Heat Flux

Single Pass

1.1 100 A

```

!!! LS 1
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,68
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,25680000
!*
TIME,3.6
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,1,
LSCLEAR,ALL

```

```

!!! LS 2
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4

```

```

FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,44
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,25680000
!*
TIME,7.2
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,2,
LSCLEAR,ALL

```

```

!!! LS 3
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO

```

```

!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,43
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,25680000
!*
TIME,10.75
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,3,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 4
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,42
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,25680000
!*

```

```

TIME,14.3
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,4,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 5
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,41
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,25680000
!*
TIME,17.9
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,5,
LSCLEAR,ALL

```

!!! LS 6	FITEM,2,27	FITEM,2,38	!*
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE
E,11	FITEM,2,54	!*	LSWRITE,9,
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,4	/GO	UX,25680000	
FITEM,2,-9	!*	!*	
FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,28.65	!!! LS 10
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,22	,1	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,27	FITEM,2,39	!*	FITEM,2,4
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,8,	FITEM,2,12
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14
/GO	UX,25680000		FITEM,2,17
!*	!*		FITEM,2,22
SFA,P51X,1,CON	TIME,25	!!! LS 9	FITEM,2,27
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54
,1	KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70
FITEM,2,40	!*	FITEM,2,4	/GO
/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*
!*	LSWRITE,7,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON
SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298
UX,25680000		FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE
!*		FITEM,2,22	,1
TIME,21.5	!!! LS 8	FITEM,2,27	FITEM,2,36
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54	!*
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL
!*	FITEM,2,4	/GO	UX,25680000
TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*	!*
LSWRITE,6,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,35.8
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0
	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1
	FITEM,2,22	,1	KBC,1
	FITEM,2,27	FITEM,2,37	!*
!!! LS 7	FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,54	!*	LSWRITE,10,
E,11	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,1	/GO	UX,25680000	
FITEM,2,4	!*	!*	
FITEM,2,-9	SFA,P51X,1,CON	TIME,32.2	!!! LS 11
FITEM,2,12	V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,-14	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,17	,1	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,22			FITEM,2,4

FITEM,2,-9	!* SFA,P51X,1,CON	UX,25680000	
FITEM,2,12	V,15,298	!* TIME,46.5	
FITEM,2,-14	FLST,2,1,5,ORDE	AUTOTS,0	!!! LS 15
FITEM,2,17	,1	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,22	FITEM,2,34	KBC,1	E,11
FITEM,2,27	/GO	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,1
FITEM,2,-44	!* SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,13,	FITEM,2,4
FITEM,2,54	UX,25680000	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-9
FITEM,2,-70	!* TIME,43		FITEM,2,12
/GO	AUTOTS,0	!!! LS 14	FITEM,2,-14
!* SFA,P51X,1,CON	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,17
V,15,298	KBC,1	E,11	FITEM,2,22
FLST,2,1,5,ORDE	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,1	FITEM,2,27
,1	LSWRITE,12,	FITEM,2,4	FITEM,2,-44
FITEM,2,35	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-9	FITEM,2,54
/GO		FITEM,2,12	FITEM,2,-70
!* SFA,P51X,1,HFL		FITEM,2,-14	/GO
UX,25680000		FITEM,2,17	!* SFA,P51X,1,CON
!* TIME,39.5	!!! LS 13	FITEM,2,22	V,15,298
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27	FLST,2,1,5,ORDE
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,-44	,1
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,54	FITEM,2,31
!* TSRES,ERASE	FITEM,2,4	FITEM,2,-70	/GO
LSWRITE,11,	FITEM,2,-9	/GO	!* SFA,P51X,1,HFL
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,12	!* SFA,P51X,1,CON	UX,25680000
	FITEM,2,-14	V,15,298	!* TIME,53.7
	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	AUTOTS,0
!!! LS 12	FITEM,2,22	,1	NSUBST,2, , ,1
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,32	KBC,1
E,11	FITEM,2,-44	/GO	!* TSRES,ERASE
FITEM,2,1	FITEM,2,54	!* SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,15,
FITEM,2,4	FITEM,2,-70	UX,25680000	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,-9	/GO	!* TIME,50.1	
FITEM,2,12	!* SFA,P51X,1,CON	AUTOTS,0	!!! LS 16
FITEM,2,-14	V,15,298	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	KBC,1	E,11
FITEM,2,22	,1	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,1
FITEM,2,27	FITEM,2,33	LSWRITE,14,	FITEM,2,4
FITEM,2,-44	/GO	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-9
FITEM,2,54	!* SFA,P51X,1,HFL		FITEM,2,12
FITEM,2,-70			
/GO			

FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,22	,1	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,27	FITEM,2,29	!*	FITEM,2,4
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,18,	FITEM,2,12
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14
/GO	UX,25680000		FITEM,2,17
!*	!*		FITEM,2,22
SFA,P51X,1,CON	TIME,61	!!! LS 19	FITEM,2,27
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54
,1	KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70
FITEM,2,30	!*	FITEM,2,4	/GO
/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*
!*	LSWRITE,17,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON
SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298
UX,25680000		FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE
!*		FITEM,2,22	,1
TIME,57.3	!!! LS 18	FITEM,2,27	FITEM,2,67
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54	!*
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL
!*	FITEM,2,4	/GO	UX,25680000
TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*	!*
LSWRITE,16,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,71.6
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0
	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1
	FITEM,2,22	,1	KBC,1
!!! LS 17	FITEM,2,27	FITEM,2,27	!*
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE
E,11	FITEM,2,54	!*	LSWRITE,20,
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,4	/GO	UX,25680000	
FITEM,2,-9	!*	!*	
FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,68	
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	
FITEM,2,22	,1	KBC,1	
FITEM,2,27	FITEM,2,28	!*	
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,19,	
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	
/GO	UX,25680000		
!*	!*		
SFA,P51X,1,CON	TIME,64.45	!!! LS 20	

1.2 125 A

!!! LS 1
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,68
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,32100000
!*
TIME,3.6
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,1,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 2
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12

FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,44
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,32100000
!*
TIME,7.2
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,2,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 3
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON

V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,43
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,32100000
!*
TIME,10.75
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,3,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 4
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,42
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,32100000
!*
TIME,14.3
AUTOTS,0

NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,4,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 5
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,41
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,32100000
!*
TIME,17.9
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,5,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 6
FLST,2,47,5,ORD

E,11	FITEM,2,54	!* SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,9,
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	UX,32100000	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,4	/GO	!* TIME,28.65	!!! LS 10
FITEM,2,-9	!* SFA,P51X,1,CON	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,12	V,15,298	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,-14	FLST,2,1,5,ORDE	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,17	,1	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,4
FITEM,2,22	FITEM,2,39	LSWRITE,8,	FITEM,2,-9
FITEM,2,27	/GO	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,12
FITEM,2,-44	!* SFA,P51X,1,HFL		FITEM,2,-14
FITEM,2,54	UX,32100000	!!! LS 9	FITEM,2,17
FITEM,2,-70	!* TIME,25	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,22
/GO	AUTOTS,0	E,11	FITEM,2,27
!* SFA,P51X,1,CON	NSUBST,2, , ,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-44
V,15,298	KBC,1	FITEM,2,4	FITEM,2,54
FLST,2,1,5,ORDE	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	FITEM,2,-70
,1	LSWRITE,7,	FITEM,2,12	/GO
FITEM,2,40	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	!* SFA,P51X,1,CON
/GO		FITEM,2,17	V,15,298
!* SFA,P51X,1,HFL	!!! LS 8	FITEM,2,22	FLST,2,1,5,ORDE
UX,32100000	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27	,1
!* TIME,21.5	E,11	FITEM,2,-44	FITEM,2,36
AUTOTS,0	FITEM,2,1	FITEM,2,54	/GO
NSUBST,2, , ,1	FITEM,2,4	FITEM,2,-70	!* SFA,P51X,1,HFL
KBC,1	FITEM,2,-9	/GO	UX,32100000
!* TSRES,ERASE	FITEM,2,12	!* SFA,P51X,1,CON	TIME,35.8
LSWRITE,6,	FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1
	FITEM,2,22	,1	KBC,1
!!! LS 7	FITEM,2,27	FITEM,2,37	!* TSRES,ERASE
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO	LSWRITE,10,
E,11	FITEM,2,54	!* SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	UX,32100000	
FITEM,2,4	/GO	!* TIME,32.2	!!! LS 11
FITEM,2,-9	!* SFA,P51X,1,CON	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,12	V,15,298	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,-14	FLST,2,1,5,ORDE	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,17	,1	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,4
FITEM,2,22	FITEM,2,38		FITEM,2,-9
FITEM,2,27	/GO		FITEM,2,12
FITEM,2,-44			

FITEM,2,-14	V,15,298	TIME,46.5	
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	AUTOTS,0	!!! LS 15
FITEM,2,22	,1	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,27	FITEM,2,34	KBC,1	E,11
FITEM,2,-44	/GO	!*	FITEM,2,1
FITEM,2,54	!*	TSRES,ERASE	FITEM,2,4
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,13,	FITEM,2,-9
/GO	UX,32100000	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,12
!*	!*		FITEM,2,-14
SFA,P51X,1,CON	TIME,43		FITEM,2,17
V,15,298	AUTOTS,0	!!! LS 14	FITEM,2,22
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27
,1	KBC,1	E,11	FITEM,2,-44
FITEM,2,35	!*	FITEM,2,1	FITEM,2,54
/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,4	FITEM,2,-70
!*	LSWRITE,12,	FITEM,2,-9	/GO
SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,12	!*
UX,32100000		FITEM,2,-14	SFA,P51X,1,CON
!*		FITEM,2,17	V,15,298
TIME,39.5	!!! LS 13	FITEM,2,22	FLST,2,1,5,ORDE
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27	,1
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,-44	FITEM,2,31
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,54	/GO
!*	FITEM,2,4	FITEM,2,-70	!*
TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	/GO	SFA,P51X,1,HFL
LSWRITE,11,	FITEM,2,12	!*	UX,32100000
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	SFA,P51X,1,CON	!*
	FITEM,2,17	V,15,298	TIME,53.7
!!! LS 12	FITEM,2,22	FLST,2,1,5,ORDE	AUTOTS,0
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27	,1	NSUBST,2, , ,1
E,11	FITEM,2,-44	FITEM,2,32	KBC,1
FITEM,2,1	FITEM,2,54	/GO	!*
FITEM,2,4	FITEM,2,-70	!*	TSRES,ERASE
FITEM,2,-9	/GO	SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,15,
FITEM,2,12	!*	UX,32100000	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,-14	SFA,P51X,1,CON	!*	
FITEM,2,17	V,15,298	TIME,50.1	!!! LS 16
FITEM,2,22	FLST,2,1,5,ORDE	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,27	,1	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,-44	FITEM,2,33	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,54	/GO	!*	FITEM,2,4
FITEM,2,-70	!*	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9
/GO	SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,14,	FITEM,2,12
!*	UX,32100000	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14
SFA,P51X,1,CON	!*		FITEM,2,17

FITEM,2,22	,1	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,27	FITEM,2,29	!*	FITEM,2,4
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,18,	FITEM,2,12
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14
/GO	UX,32100000		FITEM,2,17
!*	!*		FITEM,2,22
SFA,P51X,1,CON	TIME,61	!!! LS 19	FITEM,2,27
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54
,1	KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70
FITEM,2,30	!*	FITEM,2,4	/GO
/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*
!*	LSWRITE,17,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON
SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298
UX,32100000		FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE
!*		FITEM,2,22	,1
TIME,57.3	!!! LS 18	FITEM,2,27	FITEM,2,67
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54	!*
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL
!*	FITEM,2,4	/GO	UX,32100000
TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*	!*
LSWRITE,16,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,71.6
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0
	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1
	FITEM,2,22	,1	KBC,1
!!! LS 17	FITEM,2,27	FITEM,2,27	!*
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE
E,11	FITEM,2,54	!*	LSWRITE,20,
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,4	/GO	UX,32100000	
FITEM,2,-9	!*	!*	
FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,68	
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	
FITEM,2,22	,1	KBC,1	
FITEM,2,27	FITEM,2,28	!*	
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,19,	
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	
/GO	UX,32100000		
!*	!*		
SFA,P51X,1,CON	TIME,64.45	!!! LS 20	
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	

1.3 150 A

!!! LS 1
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,68
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,38500000
!*
TIME,3.6
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,1,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 2
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,M,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17

FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,44
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,38500000
!*
TIME,7.2
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,2,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 3
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE

,1
FITEM,2,43
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,38500000
!*
TIME,10.75
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,3,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 4
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,42
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,38500000
!*
TIME,14.3
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1

!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,4,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 5
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1
FITEM,2,4
FITEM,2,-9
FITEM,2,12
FITEM,2,-14
FITEM,2,17
FITEM,2,22
FITEM,2,27
FITEM,2,-44
FITEM,2,54
FITEM,2,-70
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,41
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,38500000
!*
TIME,17.9
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,5,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 6
FLST,2,47,5,ORD
E,11
FITEM,2,1

FITEM,2,4	/GO	UX,38500000	
FITEM,2,-9	!*	!*	
FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,28.65	!!! LS 10
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11
FITEM,2,22	,1	KBC,1	FITEM,2,1
FITEM,2,27	FITEM,2,39	!*	FITEM,2,4
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,8,	FITEM,2,12
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14
/GO	UX,38500000		FITEM,2,17
!*	!*		FITEM,2,22
SFA,P51X,1,CON	TIME,25	!!! LS 9	FITEM,2,27
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54
,1	KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70
FITEM,2,40	!*	FITEM,2,4	/GO
/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*
!*	LSWRITE,7,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON
SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298
UX,38500000		FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE
!*		FITEM,2,22	,1
TIME,21.5	!!! LS 8	FITEM,2,27	FITEM,2,36
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54	!*
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL
!*	FITEM,2,4	/GO	UX,38500000
TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*	!*
LSWRITE,6,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,35.8
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0
	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1
	FITEM,2,22	,1	KBC,1
!!! LS 7	FITEM,2,27	FITEM,2,37	!*
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE
E,11	FITEM,2,54	!*	LSWRITE,10,
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,4	/GO	UX,38500000	
FITEM,2,-9	!*	!*	!!! LS 11
FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,32.2	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	E,11
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	FITEM,2,1
FITEM,2,22	,1	KBC,1	FITEM,2,4
FITEM,2,27	FITEM,2,38	!*	FITEM,2,-9
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,12
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,9,	FITEM,2,-14
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,17

FITEM,2,22	,1	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,27	FITEM,2,34	KBC,1	E,11
FITEM,2,-44	/GO	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,1
FITEM,2,54	!* SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,13,	FITEM,2,4
FITEM,2,-70	UX,38500000	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-9
/GO	!* TIME,43		FITEM,2,12
!* SFA,P51X,1,CON	AUTOTS,0	!!! LS 14	FITEM,2,-14
V,15,298	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,17
FLST,2,1,5,ORDE	KBC,1	E,11	FITEM,2,22
,1	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,1	FITEM,2,27
FITEM,2,35	LSWRITE,12,	FITEM,2,4	FITEM,2,-44
/GO	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-9	FITEM,2,54
!* SFA,P51X,1,HFL		FITEM,2,12	FITEM,2,-70
UX,38500000		FITEM,2,-14	/GO
!* TIME,39.5	!!! LS 13	FITEM,2,17	!* SFA,P51X,1,CON
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,22	V,15,298
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,27	FLST,2,1,5,ORDE
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-44	,1
!* TSRES,ERASE	FITEM,2,4	FITEM,2,54	FITEM,2,31
LSWRITE,11,	FITEM,2,-9	FITEM,2,-70	/GO
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,12	/GO	!* SFA,P51X,1,HFL
	FITEM,2,-14	!* SFA,P51X,1,CON	UX,38500000
	FITEM,2,17	V,15,298	!* TIME,53.7
!!! LS 12	FITEM,2,22	FLST,2,1,5,ORDE	AUTOTS,0
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,27	,1	NSUBST,2, , ,1
E,11	FITEM,2,-44	FITEM,2,32	KBC,1
FITEM,2,1	FITEM,2,54	/GO	!* TSRES,ERASE
FITEM,2,4	FITEM,2,-70	!* SFA,P51X,1,HFL	LSWRITE,15,
FITEM,2,-9	/GO	UX,38500000	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,12	!* SFA,P51X,1,CON	!* TIME,50.1	
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	!!! LS 16
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	FLST,2,47,5,ORD
FITEM,2,22	,1	KBC,1	E,11
FITEM,2,27	FITEM,2,33	!* TSRES,ERASE	FITEM,2,1
FITEM,2,-44	/GO	LSWRITE,14,	FITEM,2,4
FITEM,2,54	!* SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-9
FITEM,2,-70	UX,38500000		FITEM,2,12
/GO	!* TIME,46.5	!!! LS 15	FITEM,2,-14
!* SFA,P51X,1,CON	AUTOTS,0		FITEM,2,17
V,15,298			FITEM,2,22
FLST,2,1,5,ORDE			FITEM,2,27

FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,18,	FITEM,2,12
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14
/GO	UX,38500000		FITEM,2,17
!*	!*		FITEM,2,22
SFA,P51X,1,CON	TIME,61	!!! LS 19	FITEM,2,27
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54
,1	KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70
FITEM,2,30	!*	FITEM,2,4	/GO
/GO	TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*
!*	LSWRITE,17,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON
SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298
UX,38500000		FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE
!*		FITEM,2,22	,1
TIME,57.3	!!! LS 18	FITEM,2,27	FITEM,2,67
AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO
NSUBST,2, , ,1	E,11	FITEM,2,54	!*
KBC,1	FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL
!*	FITEM,2,4	/GO	UX,38500000
TSRES,ERASE	FITEM,2,-9	!*	!*
LSWRITE,16,	FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,71.6
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0
	FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1
	FITEM,2,22	,1	KBC,1
!!! LS 17	FITEM,2,27	FITEM,2,27	!*
FLST,2,47,5,ORD	FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE
E,11	FITEM,2,54	!*	LSWRITE,20,
FITEM,2,1	FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,4	/GO	UX,38500000	
FITEM,2,-9	!*	!*	
FITEM,2,12	SFA,P51X,1,CON	TIME,68	
FITEM,2,-14	V,15,298	AUTOTS,0	
FITEM,2,17	FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	
FITEM,2,22	,1	KBC,1	
FITEM,2,27	FITEM,2,28	!*	
FITEM,2,-44	/GO	TSRES,ERASE	
FITEM,2,54	!*	LSWRITE,19,	
FITEM,2,-70	SFA,P51X,1,HFL	LSCLEAR,ALL	
/GO	UX,38500000		
!*	!*		
SFA,P51X,1,CON	TIME,64.45	!!! LS 20	
V,15,298	AUTOTS,0	FLST,2,47,5,ORD	
FLST,2,1,5,ORDE	NSUBST,2, , ,1	E,11	
,1	KBC,1	FITEM,2,1	
FITEM,2,29	!*	FITEM,2,4	

2. Heat Flux

Multi Pass

2.1 100 A

!!! LS 1

FLST,2,79,5,ORD
E,16

FITEM,2,1

FITEM,2,-13

FITEM,2,24

FITEM,2,27

FITEM,2,-35

FITEM,2,39

FITEM,2,44

FITEM,2,-52

FITEM,2,55

FITEM,2,59

FITEM,2,-67

FITEM,2,70

FITEM,2,74

FITEM,2,-81

FITEM,2,89

FITEM,2,-115

/GO

!*

SFA,P51X,1,CON
V,15,298

FLST,2,1,5,ORDE
,1

FITEM,2,35

/GO

!*

SFA,P51X,1,HFL
UX,9154000

!*

TIME,5.9

AUTOTS,0

NSUBST,2, , 1

KBC,1

!*

TSRES,ERASE
LSWRITE,1,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 2

FLST,2,79,5,ORD
E,16

FITEM,2,1

FITEM,2,-13

FITEM,2,24

FITEM,2,27

FITEM,2,-35

FITEM,2,39

FITEM,2,44

FITEM,2,-52

FITEM,2,55

FITEM,2,59

FITEM,2,-67

FITEM,2,70

FITEM,2,74

FITEM,2,-81

FITEM,2,89

FITEM,2,-115

/GO

!*

SFA,P51X,1,CON
V,15,298

FLST,2,1,5,ORDE
,1

FITEM,2,34

/GO

!*

SFA,P51X,1,HFL
UX,9154000

!*

TIME,11.85

AUTOTS,0

NSUBST,2, , 1

KBC,1

!*

TSRES,ERASE
LSWRITE,2,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 3

FLST,2,79,5,ORD
E,16

FITEM,2,1

FITEM,2,-13

FITEM,2,24

FITEM,2,27

FITEM,2,-35

FITEM,2,39

FITEM,2,44

FITEM,2,-52

FITEM,2,55

FITEM,2,59

FITEM,2,-67

FITEM,2,70

FITEM,2,74

FITEM,2,-81

FITEM,2,89

FITEM,2,-115

/GO

!*

SFA,P51X,1,CON
V,15,298

FLST,2,1,5,ORDE
,1

FITEM,2,33

/GO

!*

SFA,P51X,1,HFL
UX,9154000

!*

TIME,17.8

AUTOTS,0

NSUBST,2, , 1

KBC,1

!*

TSRES,ERASE
LSWRITE,3,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 4

FLST,2,79,5,ORD
E,16

FITEM,2,1

FITEM,2,-13

FITEM,2,24

FITEM,2,27

FITEM,2,-35

FITEM,2,39

FITEM,2,44

FITEM,2,-52

FITEM,2,55

FITEM,2,59

FITEM,2,-67

FITEM,2,70

FITEM,2,74

FITEM,2,-81

FITEM,2,89

FITEM,2,-115

/GO

!*

SFA,P51X,1,CON
V,15,298

FLST,2,1,5,ORDE
,1

FITEM,2,32

/GO

!*

SFA,P51X,1,HFL
UX,9154000

!*

TIME,23.7

AUTOTS,0

NSUBST,2, , 1

KBC,1

!*

TSRES,ERASE
LSWRITE,4,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 5

FLST,2,79,5,ORD
E,16

FITEM,2,1

FITEM,2,-13

FITEM,2,24

FITEM,2,27

FITEM,2,-35

FITEM,2,39

FITEM,2,44

FITEM,2,-52

FITEM,2,55

FITEM,2,59

FITEM,2,-67

FITEM,2,70

FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,29	!* TIME,47.5
FITEM,2,-81	V,15,298	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1	UX,9154000	KBC,1
/GO	!* FITEM,2,30	!* TIME,41.5	!* TSRES,ERASE
!* SFA,P51X,1,CON	/GO	AUTOTS,0	LSWRITE,8,
V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
FLST,2,1,5,ORDE	UX,9154000	KBC,1	
,1	!* TIME,35.6	!* TSRES,ERASE	!!! LS 9
FITEM,2,31	AUTOTS,0	LSWRITE,7,	FLST,2,79,5,ORD
/GO	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
!* SFA,P51X,1,HFL	KBC,1		FITEM,2,1
UX,9154000	!* TSRES,ERASE	!!! LS 8	FITEM,2,-13
!* TIME,29.6	LSWRITE,6,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,-13	FITEM,2,39
!* TSRES,ERASE	!!! LS 7	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSWRITE,5,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,55
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,59
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,-67
!!! LS 6	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,70
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,74
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,-81
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,89
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	FITEM,2,-115
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	/GO
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	!* SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,27
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	V,15,298	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	,1	UX,9154000
FITEM,2,70	/GO	!* FITEM,2,28	!* TIME,53.3
FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,-81	V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	UX,9154000	KBC,1
FITEM,2,-115	,1		
/GO			

!* TSRES,ERASE LSWRITE,9, LSCLEAR,ALL	!!! LS 11 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,50 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,16277000 !* TIME,76 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,13, LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,51 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,16277000 !* TIME,71 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,12, LSCLEAR,ALL	FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,50 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,16277000 !* TIME,76 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,13, LSCLEAR,ALL
!!! LS 10 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,39 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,9154000 !* TIME,59.3 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,10, LSCLEAR,ALL	!!! LS 12 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1	!!! LS 13 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67	!!! LS 14 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67

FITEM,2,70	/GO	,1	UX,16277000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,47	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,99
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,16277000	KBC,1
!*	FITEM,2,48	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,94	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,17,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,16277000	KBC,1	
FITEM,2,49	!*	!*	
/GO	TIME,88	TSRES,ERASE	!!! LS 18
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,16,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,16277000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,82	TSRES,ERASE	!!! LS 17	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,15,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 16	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,14,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 15	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,45
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,16277000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,46	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,105
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1

KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 20	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,18,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 19	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,66
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,21394000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,67	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,130
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,21394000	KBC,1
!*	FITEM,2,55	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,124	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,22,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,16277000	KBC,1	
FITEM,2,44	!*	!*	
/GO	TIME,117	TSRES,ERASE	!!! LS 23
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,21,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,16277000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,111	TSRES,ERASE	!!! LS 22	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,20,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 21	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,19,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59

FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,21394000
FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,63	!* TIME,158
FITEM,2,-81	V,15,298	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1	UX,21394000	KBC,1
/GO	FITEM,2,64	!* TIME,151	!* TSRES,ERASE
!* SFA,P51X,1,CON	/GO	AUTOTS,0	LSWRITE,26,
V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
FLST,2,1,5,ORDE	UX,21394000	KBC,1	
,1	!* TIME,144	!* TSRES,ERASE	
FITEM,2,65	AUTOTS,0	LSWRITE,25,	!!! LS 27
/GO	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!* SFA,P51X,1,HFL	KBC,1		E,16
UX,21394000	!* TSRES,ERASE	!!! LS 26	FITEM,2,1
!* TIME,137	LSWRITE,24,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1		FITEM,2,1	FITEM,2,27
KBC,1	!!! LS 25	FITEM,2,-13	FITEM,2,-35
!* TSRES,ERASE	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,39
LSWRITE,23,	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,-52
	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,55
!!! LS 24	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,59
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,-67
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,70
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,74
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,-81
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,70	FITEM,2,89
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,74	FITEM,2,-115
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,-81	/GO
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,89	!* SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,44	FITEM,2,70	FITEM,2,-115	V,15,298
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	/GO	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	!* SFA,P51X,1,CON	,1
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	FITEM,2,61
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	/GO
FITEM,2,70	/GO	,1	!* SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,62	UX,21394000
FITEM,2,-81	V,15,298	/GO	!* TIME,165
FITEM,2,89		!* TIME,165	

AUTOTS,0	LSWRITE,28,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 29	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,27,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 28	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,115
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,25680000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,70	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,193
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,21394000	KBC,1
!*	FITEM,2,59	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,186	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,31,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,21394000	KBC,1	
FITEM,2,60	!*	!*	
/GO	TIME,179	TSRES,ERASE	
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,30,	!!! LS 32
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
UX,21394000	KBC,1		E,16
!*	!*		FITEM,2,1
TIME,172	TSRES,ERASE	!!! LS 31	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSWRITE,29,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,39
TSRES,ERASE	!!! LS 30	FITEM,2,24	FITEM,2,44

FITEM,2,-52	FITEM,2,74	/GO	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	!*	,1
FITEM,2,59	FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,78
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	V,15,298	/GO
FITEM,2,70	/GO	FLST,2,1,5,ORDE	!*
FITEM,2,74	!*	,1	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,79	UX,25680000
FITEM,2,89	V,15,298	/GO	!*
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	!*	TIME,222
/GO	,1	SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0
!*	FITEM,2,80	UX,25680000	NSUBST,2, , ,1
SFA,P51X,1,CON	/GO	!*	KBC,1
V,15,298	!*	TIME,215	!*
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0	TSRES,ERASE
,1	UX,25680000	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,35,
FITEM,2,81	!*	KBC,1	LSCLEAR,ALL
/GO	TIME,208	!*	
!*	AUTOTS,0	TSRES,ERASE	
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,34,	!!! LS 36
UX,25680000	KBC,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!*	!*		E,16
TIME,200	TSRES,ERASE		FITEM,2,1
AUTOTS,0	LSWRITE,33,		FITEM,2,-13
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	!!! LS 35	FITEM,2,24
KBC,1		FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
!*		E,16	FITEM,2,-35
TSRES,ERASE		FITEM,2,1	FITEM,2,39
LSWRITE,32,	!!! LS 34	FITEM,2,-13	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,55
!!! LS 33	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
E,16	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,70
FITEM,2,1	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FITEM,2,-13	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
FITEM,2,24	FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,27	FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-35	FITEM,2,-52	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,39	FITEM,2,55	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,44	FITEM,2,59	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-52	FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,55	FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,59	FITEM,2,74	/GO	,1
FITEM,2,-67	FITEM,2,-81	!*	FITEM,2,77
FITEM,2,70	FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	/GO
	FITEM,2,-115	V,15,298	!*

SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,25680000	KBC,1		FITEM,2,1
!* TIME,230	!* TSRES,ERASE	!!! LS 39	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSWRITE,37,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
!* TSRES,ERASE	!!! LS 38	FITEM,2,-13	FITEM,2,39
LSWRITE,36,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,55
	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,59
	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,-67
!!! LS 37	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,70
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,74
E,16	FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,-81
FITEM,2,1	FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,89
FITEM,2,-13	FITEM,2,-52	FITEM,2,70	FITEM,2,-115
FITEM,2,24	FITEM,2,55	FITEM,2,74	/GO
FITEM,2,27	FITEM,2,59	FITEM,2,-81	!* SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,74	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,-81	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,114
FITEM,2,55	FITEM,2,89	V,15,298	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,-67	/GO	,1	UX,25680000
FITEM,2,70	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,74	!* TIME,257.6
FITEM,2,74	V,15,298	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,-81	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,89	,1	UX,25680000	KBC,1
FITEM,2,-115	FITEM,2,75	!* TIME,250	!* TSRES,ERASE
/GO	/GO	AUTOTS,0	LSWRITE,40,
!* SFA,P51X,1,CON	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
V,15,298	UX,25680000	KBC,1	
FLST,2,1,5,ORDE	!* TIME,243	!* TSRES,ERASE	!!!
,1	AUTOTS,0	LSWRITE,39,	PENDINGINAN
FITEM,2,76	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	LS 41
/GO	KBC,1		FLST,2,79,5,ORD
!* SFA,P51X,1,HFL	!* TSRES,ERASE	!!! LS 40	E,16
UX,25680000	LSWRITE,38,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,1
!* TIME,236			FITEM,2,-13
AUTOTS,0			FITEM,2,24

FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
!*
TIME,7200
AUTOTS,0
NSUBST,30, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,41,
LSCLEAR,ALL

2.2125 A	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
!!! LS 1	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,-52	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,55	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,32
FITEM,2,59	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,74	/GO	,1	UX,11442000
FITEM,2,-81	!*	FITEM,2,33	!*
FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,23.7
FITEM,2,-115	V,15,298	!*	AUTOTS,0
/GO	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
!*	,1	UX,11442000	KBC,1
SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,34	!*	!*
V,15,298	/GO	TIME,17.8	TSRES,ERASE
FLST,2,1,5,ORDE	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,4,
,1	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,35	UX,11442000	KBC,1	
/GO	!*	!*	
!*	TIME,11.85	TSRES,ERASE	
SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0	LSWRITE,3,	!!! LS 5
UX,11442000	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!*	KBC,1		E,16
TIME,5.9	!*		FITEM,2,1
AUTOTS,0	TSRES,ERASE	!!! LS 4	FITEM,2,-13
NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,2,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
KBC,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
!*		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
TSRES,ERASE	!!! LS 3	FITEM,2,-13	FITEM,2,39
LSWRITE,1,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,55
!!! LS 2	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,59
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,-67
E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,70
	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,74
		FITEM,2,59	FITEM,2,-81

FITEM,2,89	V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	UX,11442000	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	!* TIME,41.5	KBC,1
!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,30	!* AUTOTS,0	!* TSRES,ERASE
V,15,298	/GO	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,8,
FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	KBC,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,11442000	!* TSRES,ERASE	!!! LS 9
FITEM,2,31	!* TIME,35.6	LSWRITE,7,	FLST,2,79,5,ORD
/GO	AUTOTS,0	LSCLEAR,ALL	E,16
!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1		FITEM,2,1
UX,11442000	KBC,1	!!! LS 8	FITEM,2,-13
!* TIME,29.6	!* TSRES,ERASE	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,6,	E,16	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FITEM,2,1	FITEM,2,-35
KBC,1	!!! LS 7	FITEM,2,-13	FITEM,2,39
!* TSRES,ERASE	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSWRITE,5,	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
LSCLEAR,ALL	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,55
	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,59
!!! LS 6	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,-67
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,70
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,74
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,-81
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,89
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,70	FITEM,2,-115
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,74	/GO
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,-81	!* SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,44	FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	/GO	,1
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,27
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	/GO
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,11442000
FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,28	!* TIME,53.3
FITEM,2,-81	V,15,298	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1	UX,11442000	KBC,1
/GO	!* FITEM,2,29	!* TIME,47.5	!* TSRES,ERASE
!* SFA,P51X,1,CON	/GO		

```

!!! LS 10
FLST,2,79,5,ORD
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,39
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,11442000
!*
TIME,59.3
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,10,
LSCLEAR,ALL

```

```

FLST,2,79,5,ORDE
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,52
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,20345000
!*
TIME,65
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,11,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 12
FLST,2,79,5,ORDE
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24

```

```

FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,51
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,20345000
!*
TIME,71
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,12,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 13
FLST,2,79,5,ORD
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52

```

```

FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,50
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,20345000
!*
TIME,76
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,13,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 14
FLST,2,79,5,ORD
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74

```

FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,99
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,20345000	KBC,1
!*	FITEM,2,48	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,94	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,17,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,20345000	KBC,1	
FITEM,2,49	!*	!*	
/GO	TIME,88	TSRES,ERASE	!!! LS 18
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,16,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,20345000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,82	TSRES,ERASE	!!! LS 17	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,15,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 16	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,14,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 15	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,45
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,20345000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,46	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,105
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,20345000	KBC,1
!*	FITEM,2,47	!*	!*

TSRES,ERASE	!!! LS 20	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,18,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 19	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,66
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,26742000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,67	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,130
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,26742000	KBC,1
!*	FITEM,2,55	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,124	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,22,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,20345000	KBC,1	
FITEM,2,44	!*	!*	
/GO	TIME,117	TSRES,ERASE	!!! LS 23
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,21,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,20345000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,111	TSRES,ERASE	!!! LS 22	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,20,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 21	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,19,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70

FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,63	!* TIME,158
FITEM,2,-81	V,15,298	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1	UX,26742000	KBC,1
/GO	!* FITEM,2,64	!* TIME,151	!* TSRES,ERASE
!* SFA,P51X,1,CON	/GO	AUTOTS,0	LSWRITE,26,
V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
FLST,2,1,5,ORDE	UX,26742000	KBC,1	
,1	!* TIME,144	!* TSRES,ERASE	
FITEM,2,65	AUTOTS,0	LSWRITE,25,	!!! LS 27
/GO	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!* SFA,P51X,1,HFL	KBC,1		E,16
UX,26742000	!* TSRES,ERASE	!!! LS 26	FITEM,2,1
!* TIME,137	LSWRITE,24,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1		FITEM,2,1	FITEM,2,27
KBC,1		FITEM,2,-13	FITEM,2,-35
!* TSRES,ERASE	!!! LS 25	FITEM,2,24	FITEM,2,39
LSWRITE,23,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,-52
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,55
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,59
!!! LS 24	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,-67
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,70
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,74
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-81
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	FITEM,2,89
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	FITEM,2,-115
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	/GO
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	!* SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	V,15,298
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	,1
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	V,15,298	FITEM,2,61
FITEM,2,59	FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	/GO
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	,1	!* SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	!* FITEM,2,62	UX,26742000
FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	/GO	!* TIME,165
FITEM,2,-81	V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	UX,26742000	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1		
/GO			

KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 29	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,27,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 28	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,115
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,32100000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,70	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,193
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,26742000	KBC,1
!*	FITEM,2,59	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,186	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,31,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,26742000	KBC,1	
FITEM,2,60	!*	!*	
/GO	TIME,179	TSRES,ERASE	
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,30,	!!! LS 32
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
UX,26742000	KBC,1		E,16
!*	!*		FITEM,2,1
TIME,172	TSRES,ERASE	!!! LS 31	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSWRITE,29,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,39
TSRES,ERASE	!!! LS 30	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSWRITE,28,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,55

FITEM,2,59	FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,78
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	V,15,298	/GO
FITEM,2,70	/GO	FLST,2,1,5,ORDE	!*
FITEM,2,74	!*	,1	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,79	UX,32100000
FITEM,2,89	V,15,298	/GO	!*
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	!*	TIME,222
/GO	,1	SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0
!*	FITEM,2,80	UX,32100000	NSUBST,2, , ,1
SFA,P51X,1,CON	/GO	!*	KBC,1
V,15,298	!*	TIME,215	!*
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0	TSRES,ERASE
,1	UX,32100000	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,35,
FITEM,2,81	!*	KBC,1	LSCLEAR,ALL
/GO	TIME,208	!*	
!*	AUTOTS,0	TSRES,ERASE	
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,34,	!!! LS 36
UX,32100000	KBC,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!*	!*		E,16
TIME,200	TSRES,ERASE		FITEM,2,1
AUTOTS,0	LSWRITE,33,		FITEM,2,-13
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	!!! LS 35	FITEM,2,24
KBC,1		FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
!*		E,16	FITEM,2,-35
TSRES,ERASE		FITEM,2,1	FITEM,2,39
LSWRITE,32,	!!! LS 34	FITEM,2,-13	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,55
!!! LS 33	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
E,16	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,70
FITEM,2,1	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FITEM,2,-13	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
FITEM,2,24	FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,27	FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-35	FITEM,2,-52	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,39	FITEM,2,55	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,44	FITEM,2,59	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-52	FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,55	FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,59	FITEM,2,74	/GO	,1
FITEM,2,-67	FITEM,2,-81	!*	FITEM,2,77
FITEM,2,70	FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,74	FITEM,2,-115	V,15,298	!*
FITEM,2,-81	/GO	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
	!*	,1	UX,32100000

!* TIME,230 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,36, LSCLEAR,ALL	!* TSRES,ERASE LSWRITE,37, LSCLEAR,ALL	!!! LS 39 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,74 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,32100000 !* TIME,250 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,39, LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,114 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,32100000 !* TIME,257.6 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,40, LSCLEAR,ALL
!!! LS 37 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,76 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,32100000 !* TIME,236 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1	!!! LS 38 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,75 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,32100000 !* TIME,243 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,38, LSCLEAR,ALL	!!! LS 40 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1	FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35

FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
!*
TIME,7200
AUTOTS,0
NSUBST,30, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,41,
LSCLEAR,ALL

2.3150 A	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
!!! LS 1	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,-52	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,55	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,32
FITEM,2,59	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,74	/GO	,1	UX,13731000
FITEM,2,-81	!*	FITEM,2,33	!*
FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,23.7
FITEM,2,-115	V,15,298	!*	AUTOTS,0
/GO	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
!*	,1	UX,13731000	KBC,1
SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,34	!*	!*
V,15,298	/GO	TIME,17.8	TSRES,ERASE
FLST,2,1,5,ORDE	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,4,
,1	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
FITEM,2,35	UX,13731000	KBC,1	
/GO	!*	!*	
!*	TIME,11.85	TSRES,ERASE	
SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0	LSWRITE,3,	!!! LS 5
UX,13731000	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!*	KBC,1		E,16
TIME,5.9	!*		FITEM,2,1
AUTOTS,0	TSRES,ERASE	!!! LS 4	FITEM,2,-13
NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,2,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
KBC,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
!*		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
TSRES,ERASE	!!! LS 3	FITEM,2,-13	FITEM,2,39
LSWRITE,1,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,55
!!! LS 2	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,59
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,-67
E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,70
	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,74
		FITEM,2,59	FITEM,2,-81

FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,13731000	KBC,1
!*	FITEM,2,30	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,41.5	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,8,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,13731000	KBC,1	
FITEM,2,31	!*	!*	
/GO	TIME,35.6	TSRES,ERASE	!!! LS 9
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,7,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,13731000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,29.6	TSRES,ERASE	!!! LS 8	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,6,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 7	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,5,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 6	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,27
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,13731000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,28	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,53.3
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,13731000	KBC,1
!*	FITEM,2,29	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,47.5	TSRES,ERASE


```

!!! LS 10
FLST,2,79,5,ORD
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,39
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,13731000
!*
TIME,59.3
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,10,
LSCLEAR,ALL

```

```

FLST,2,79,5,ORDE
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,52
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,24400000
!*
TIME,65
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,11,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 12
FLST,2,79,5,ORDE
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24

```

```

FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,51
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,24400000
!*
TIME,71
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,12,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 13
FLST,2,79,5,ORD
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52

```

```

FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
FLST,2,1,5,ORDE
,1
FITEM,2,50
/GO
!*
SFA,P51X,1,HFL
UX,24400000
!*
TIME,76
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,13,
LSCLEAR,ALL

!!! LS 14
FLST,2,79,5,ORD
E,16
FITEM,2,1
FITEM,2,-13
FITEM,2,24
FITEM,2,27
FITEM,2,-35
FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74

```

FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,99
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,24400000	KBC,1
!*	FITEM,2,48	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,94	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,17,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,24400000	KBC,1	
FITEM,2,49	!*	!*	
/GO	TIME,88	TSRES,ERASE	!!! LS 18
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,16,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,24400000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,82	TSRES,ERASE	!!! LS 17	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,15,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 16	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,14,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 15	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,45
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,24400000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,46	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,105
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,24400000	KBC,1
!*	FITEM,2,47	!*	!*

TSRES,ERASE	!!! LS 20	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,18,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 19	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,66
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,32000000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,67	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,130
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,32000000	KBC,1
!*	FITEM,2,55	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,124	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,22,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,24400000	KBC,1	
FITEM,2,44	!*	!*	
/GO	TIME,117	TSRES,ERASE	!!! LS 23
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,21,	FLST,2,79,5,ORD
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16
UX,24400000	KBC,1		FITEM,2,1
!*	!*		FITEM,2,-13
TIME,111	TSRES,ERASE	!!! LS 22	FITEM,2,24
AUTOTS,0	LSWRITE,20,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 21	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,19,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70

FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,63	!* TIME,158
FITEM,2,-81	V,15,298	/GO	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1	UX,32000000	KBC,1
/GO	!* FITEM,2,64	!* TIME,151	!* TSRES,ERASE
!* SFA,P51X,1,CON	/GO	AUTOTS,0	LSWRITE,26,
V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
FLST,2,1,5,ORDE	UX,32000000	KBC,1	
,1	!* TIME,144	!* TSRES,ERASE	
FITEM,2,65	AUTOTS,0	LSWRITE,25,	!!! LS 27
/GO	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!* SFA,P51X,1,HFL	KBC,1		E,16
UX,32000000	!* TSRES,ERASE	!!! LS 26	FITEM,2,1
!* TIME,137	LSWRITE,24,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1		FITEM,2,1	FITEM,2,27
KBC,1		FITEM,2,-13	FITEM,2,-35
!* TSRES,ERASE	!!! LS 25	FITEM,2,24	FITEM,2,39
LSWRITE,23,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,-52
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,55
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,59
!!! LS 24	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,-67
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,70
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,74
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-81
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	FITEM,2,89
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	FITEM,2,-115
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	/GO
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	!* SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	V,15,298
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	,1
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	V,15,298	FITEM,2,61
FITEM,2,59	FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	/GO
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	,1	!* SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	!* FITEM,2,62	UX,32000000
FITEM,2,74	!* SFA,P51X,1,CON	/GO	!* TIME,165
FITEM,2,-81	V,15,298	!* SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0
FITEM,2,89	FLST,2,1,5,ORDE	UX,32000000	NSUBST,2, , ,1
FITEM,2,-115	,1		
/GO			

KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,39
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,44
TSRES,ERASE	!!! LS 29	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
LSWRITE,27,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
	FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
	FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70
!!! LS 28	FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,1	FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-13	FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,24	FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,27	FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-35	FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,39	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,44	FITEM,2,70	/GO	,1
FITEM,2,-52	FITEM,2,74	!*	FITEM,2,115
FITEM,2,55	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,59	FITEM,2,89	V,15,298	!*
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,70	/GO	,1	UX,38500000
FITEM,2,74	!*	FITEM,2,70	!*
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,193
FITEM,2,89	V,15,298	!*	AUTOTS,0
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1
/GO	,1	UX,32000000	KBC,1
!*	FITEM,2,59	!*	!*
SFA,P51X,1,CON	/GO	TIME,186	TSRES,ERASE
V,15,298	!*	AUTOTS,0	LSWRITE,31,
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL
,1	UX,32000000	KBC,1	
FITEM,2,60	!*	!*	
/GO	TIME,179	TSRES,ERASE	
!*	AUTOTS,0	LSWRITE,30,	!!! LS 32
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
UX,32000000	KBC,1		E,16
!*	!*		FITEM,2,1
TIME,172	TSRES,ERASE	!!! LS 31	FITEM,2,-13
AUTOTS,0	LSWRITE,29,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,27
KBC,1		FITEM,2,1	FITEM,2,-35
!*		FITEM,2,-13	FITEM,2,39
TSRES,ERASE	!!! LS 30	FITEM,2,24	FITEM,2,44
LSWRITE,28,	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27	FITEM,2,-52
LSCLEAR,ALL	E,16	FITEM,2,-35	FITEM,2,55

FITEM,2,59	FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,78
FITEM,2,-67	FITEM,2,-115	V,15,298	/GO
FITEM,2,70	/GO	FLST,2,1,5,ORDE	!*
FITEM,2,74	!*	,1	SFA,P51X,1,HFL
FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON	FITEM,2,79	UX,38500000
FITEM,2,89	V,15,298	/GO	!*
FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE	!*	TIME,222
/GO	,1	SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0
!*	FITEM,2,80	UX,38500000	NSUBST,2, , ,1
SFA,P51X,1,CON	/GO	!*	KBC,1
V,15,298	!*	TIME,215	!*
FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL	AUTOTS,0	TSRES,ERASE
,1	UX,38500000	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,35,
FITEM,2,81	!*	KBC,1	LSCLEAR,ALL
/GO	TIME,208	!*	
!*	AUTOTS,0	TSRES,ERASE	
SFA,P51X,1,HFL	NSUBST,2, , ,1	LSWRITE,34,	!!! LS 36
UX,38500000	KBC,1	LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD
!*	!*		E,16
TIME,200	TSRES,ERASE		FITEM,2,1
AUTOTS,0	LSWRITE,33,		FITEM,2,-13
NSUBST,2, , ,1	LSCLEAR,ALL	!!! LS 35	FITEM,2,24
KBC,1		FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,27
!*		E,16	FITEM,2,-35
TSRES,ERASE		FITEM,2,1	FITEM,2,39
LSWRITE,32,	!!! LS 34	FITEM,2,-13	FITEM,2,44
LSCLEAR,ALL	FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,24	FITEM,2,-52
	E,16	FITEM,2,27	FITEM,2,55
!!! LS 33	FITEM,2,1	FITEM,2,-35	FITEM,2,59
FLST,2,79,5,ORD	FITEM,2,-13	FITEM,2,39	FITEM,2,-67
E,16	FITEM,2,24	FITEM,2,44	FITEM,2,70
FITEM,2,1	FITEM,2,27	FITEM,2,-52	FITEM,2,74
FITEM,2,-13	FITEM,2,-35	FITEM,2,55	FITEM,2,-81
FITEM,2,24	FITEM,2,39	FITEM,2,59	FITEM,2,89
FITEM,2,27	FITEM,2,44	FITEM,2,-67	FITEM,2,-115
FITEM,2,-35	FITEM,2,-52	FITEM,2,70	/GO
FITEM,2,39	FITEM,2,55	FITEM,2,74	!*
FITEM,2,44	FITEM,2,59	FITEM,2,-81	SFA,P51X,1,CON
FITEM,2,-52	FITEM,2,-67	FITEM,2,89	V,15,298
FITEM,2,55	FITEM,2,70	FITEM,2,-115	FLST,2,1,5,ORDE
FITEM,2,59	FITEM,2,74	/GO	,1
FITEM,2,-67	FITEM,2,-81	!*	FITEM,2,77
FITEM,2,70	FITEM,2,89	SFA,P51X,1,CON	/GO
FITEM,2,74	FITEM,2,-115	V,15,298	!*
FITEM,2,-81	/GO	FLST,2,1,5,ORDE	SFA,P51X,1,HFL
	!*	,1	UX,38500000

!* TIME,230 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,36, LSCLEAR,ALL	!* TSRES,ERASE LSWRITE,37, LSCLEAR,ALL	!!! LS 39 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,74 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,38500000 !* TIME,250 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,39, LSCLEAR,ALL	FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,114 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,38500000 !* TIME,257.6 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,40, LSCLEAR,ALL
!!! LS 37 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,76 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,38500000 !* TIME,236 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1	!!! LS 38 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1 FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35 FITEM,2,39 FITEM,2,44 FITEM,2,-52 FITEM,2,55 FITEM,2,59 FITEM,2,-67 FITEM,2,70 FITEM,2,74 FITEM,2,-81 FITEM,2,89 FITEM,2,-115 /GO !* SFA,P51X,1,CON V,15,298 FLST,2,1,5,ORDE ,1 FITEM,2,75 /GO !* SFA,P51X,1,HFL UX,38500000 !* TIME,243 AUTOTS,0 NSUBST,2, , 1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,38, LSCLEAR,ALL	!!! LS 40 FLST,2,79,5,ORD E,16 FITEM,2,1	FITEM,2,-13 FITEM,2,24 FITEM,2,27 FITEM,2,-35

FITEM,2,39
FITEM,2,44
FITEM,2,-52
FITEM,2,55
FITEM,2,59
FITEM,2,-67
FITEM,2,70
FITEM,2,74
FITEM,2,-81
FITEM,2,89
FITEM,2,-115
/GO
!*
SFA,P51X,1,CON
V,15,298
!*
TIME,7200
AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,4
1,LAST, , , '10008',
'rth', ' '
!*
OUTPR,ALL,ALL
,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,LA
ST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,7200
AUTOTS,0
NSUBST,30, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,41,

LAMPIRAN B
(*STRUCTURAL ANALYSIS*)

1. BOUNDARY CONDITION

FLST,2,1,5,ORD
E,1
FITEM,2,3
!*
/GO
DA,P51X,UX,0
FLST,2,5,5,ORD
E,5
FITEM,2,4
FITEM,2,7
FITEM,2,89
FITEM,2,97
FITEM,2,105
!*
/GO
DA,P51X,UY,0
FLST,2,1,5,ORD
E,1
FITEM,2,3
!*
/GO
DA,P51X,UY,0
FLST,2,1,5,ORD
E,1
FITEM,2,3
!*
/GO
DA,P51X,UZ,0

2. LOAD STEP 2.1 Single Pass

!!!LS 1
NEQIT,3000
LDREAD,TEMP,
1,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,3.6
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,1,

!!!LS 2
LDREAD,TEMP,
2,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,7.2
AUTOTS,0

NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,2,

!!!LS 3
LDREAD,TEMP,
3,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,10.75
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,3,

!!!LS 4
LDREAD,TEMP,
4,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,14.3
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,4,

!!!LS 5
LDREAD,TEMP,
5,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,17.9
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,5,

!!!LS 6
LDREAD,TEMP,
6,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,

!*
TIME,14.3
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,4,

!!!LS 5
LDREAD,TEMP,
5,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,17.9
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,5,

!!!LS 6
LDREAD,TEMP,
6,LAST, ,
, '100mul', 'rth', ''
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,

```

!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,21.5
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,6,

!!!LS 7
LDREAD,TEMP,
7, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,25
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,7,

!!!LS 8
LDREAD,TEMP,
8, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1

```

```

!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,28.65
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,8,

!!!LS 9
LDREAD,TEMP,
9, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,32.2
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,9,

!!!LS 10
LDREAD,TEMP,
10, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*

```

```

OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,35.8
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,10,

!!!LS 11
LDREAD,TEMP,
11, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,39.5
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,11,

!!!LS 12
LDREAD,TEMP,

```

```

12, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,43
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,12,

!!!LS 13
LDREAD,TEMP,
13, LAST, ,
,'100mul','rth',' '
!*
OUTPR,ALL,AL
L,
/GST,1
!*
OUTRES,ALL,L
AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,46.5
AUTOTS,0
NSUBST,2, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,13,

```

<p> !!!LS 14 LDREAD,TEMP, 14,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* !* TIME,50.1 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,14, </p>	<p> TSRES,ERASE LSWRITE,15, </p> <p> !!!LS 16 LDREAD,TEMP, 16,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* !* TIME,57.3 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,16, </p>	<p> NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,17, </p> <p> !!!LS 18 LDREAD,TEMP, 18,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* !* TIME,64.45 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,18, </p> <p> !!!LS 19 LDREAD,TEMP, 19,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* </p>	<p> !* TIME,68 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,19, </p> <p> !!!LS 20 LDREAD,TEMP, 20,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* !* TIME,71.6 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* TSRES,ERASE LSWRITE,20, </p> <p> !!!LS 21 LDREAD,TEMP, 21,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L </p>
<p> !!!LS 15 LDREAD,TEMP, 15,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* !* TIME,53.7 AUTOTS,0 NSUBST,2, , ,1 KBC,1 !* </p>	<p> !!!LS 17 LDREAD,TEMP, 17,LAST, , ,'100mul','rth','' !* OUTPR,ALL,AL L, /GST,1 !* OUTRES,ALL,L AST, !* NEQIT,3000 !* !* TIME,61 AUTOTS,0 </p>		

AST,
!*
NEQIT,3000
!*
!*
TIME,7200
AUTOTS,0
NSUBST,30, , ,1
KBC,1
!*
TSRES,ERASE
LSWRITE,21,

2.2 Multi Pass

!!! LS 1
NEQIT,3000
LDREAD,TEMP,
1, LAST, ,
, '10008', 'rth', ''
!*
OUTPR, ALL, AL
L,
/GST, 1
!*
OUTRES, ALL, L
AST,
!*
NEQIT, 3000
!*
!*
TIME, 5.9
AUTOTS, 0
NSUBST, 2, , , 1
KBC, 1
!*
TSRES, ERASE
LSWRITE, 1,

!!! LS 2
LDREAD,TEMP,
2, LAST, ,
, '10008', 'rth', ''
!*
OUTPR, ALL, AL

L,
/GST, 1
!*
OUTRES, ALL, L
AST,
!*
NEQIT, 3000
!*
!*
TIME, 11.85
AUTOTS, 0
NSUBST, 2, , , 1
KBC, 1
!*
TSRES, ERASE
LSWRITE, 2,

!!! LS 3
LDREAD,TEMP,
3, LAST, ,
, '10008', 'rth', ''
!*
OUTPR, ALL, AL
L,
/GST, 1
!*
OUTRES, ALL, L
AST,
!*
NEQIT, 3000
!*
!*
TIME, 17.8
AUTOTS, 0
NSUBST, 2, , , 1
KBC, 1
!*
TSRES, ERASE
LSWRITE, 3,

!!! LS 4
LDREAD,TEMP,
4, LAST, ,

, '10008', 'rth', ''
!*
OUTPR, ALL, AL
L,
/GST, 1
!*
OUTRES, ALL, L
AST,
!*
NEQIT, 3000
!*
!*
TIME, 23.7
AUTOTS, 0
NSUBST, 2, , , 1
KBC, 1
!*
TSRES, ERASE
LSWRITE, 4,

!!! LS 5
LDREAD,TEMP,
5, LAST, ,
, '10008', 'rth', ''
!*
OUTPR, ALL, AL
L,
/GST, 1
!*
OUTRES, ALL, L
AST,
!*
NEQIT, 3000
!*
!*
TIME, 29.6
AUTOTS, 0
NSUBST, 2, , , 1
KBC, 1
!*
TSRES, ERASE
LSWRITE, 5,

!!! LS 6	!!*	TIME,53.3	NEQIT,3000
LDREAD,TEMP,	TSRES,ERASE	AUTOTS,0	!!*
6,LAST, ,	LSWRITE,7,	NSUBST,2, , ,1	!!*
, '10008','rth',''		KBC,1	TIME,65
!!*	!!! LS 8	!!*	AUTOTS,0
OUTPR,ALL,AL	LDREAD,TEMP,	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
L,	8,LAST, ,	LSWRITE,9,	KBC,1
/GST,1	, '10008','rth',''		!!*
!!*	!!*	!!! LS 10	TSRES,ERASE
OUTRES,ALL,L	OUTPR,ALL,AL	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,11,
AST,	L,	10,LAST, ,	
!!*	/GST,1	, '10008','rth',''	!!! LS 12
NEQIT,3000	!!*	!!*	LDREAD,TEMP,
!!*	OUTRES,ALL,L	OUTPR,ALL,AL	12,LAST, ,
!!*	AST,	L,	, '10008','rth',''
TIME,35.6	!!*	/GST,1	!!*
AUTOTS,0	NEQIT,3000	!!*	OUTPR,ALL,AL
NSUBST,2, , ,1	!!*	OUTRES,ALL,L	L,
KBC,1	!!*	AST,	/GST,1
!!*	TIME,47.5	!!*	!!*
TSRES,ERASE	AUTOTS,0	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L
LSWRITE,6,	NSUBST,2, , ,1	!!*	AST,
	KBC,1	!!*	!!*
	!!*	TIME,59.3	NEQIT,3000
!!! LS 7	TSRES,ERASE	AUTOTS,0	!!*
LDREAD,TEMP,	LSWRITE,8,	NSUBST,2, , ,1	!!*
7,LAST, ,		KBC,1	TIME,71
, '10008','rth',''	!!! LS 9	!!*	AUTOTS,0
!!*	LDREAD,TEMP,	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
OUTPR,ALL,AL	9,LAST, ,	LSWRITE,10,	KBC,1
L,	, '10008','rth',''		!!*
/GST,1	!!*	!!! LS 11	TSRES,ERASE
!!*	OUTPR,ALL,AL	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,12,
OUTRES,ALL,L	L,	11,LAST, ,	
AST,	/GST,1	, '10008','rth',''	!!! LS 13
!!*	!!*	!!*	LDREAD,TEMP,
NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	OUTPR,ALL,AL	13,LAST, ,
!!*	AST,	L,	, '10008','rth',''
!!*	!!*	/GST,1	!!*
TIME,41.5	NEQIT,3000	!!*	OUTPR,ALL,AL
AUTOTS,0	!!*	OUTRES,ALL,L	L,
NSUBST,2, , ,1	!!*	AST,	/GST,1
KBC,1	!!*	!!*	!!*

OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 19
AST,	/GST,1	!*	LDREAD,TEMP,
!*	!*	OUTPR,ALL,AL	19, LAST, ,
NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''
!*	AST,	/GST,1	!*
!*	!*	!*	OUTPR,ALL,AL
TIME,76	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,
AUTOTS,0	!*	AST,	/GST,1
NSUBST,2, , ,1	!*	!*	!*
KBC,1	TIME,88	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L
!*	AUTOTS,0	!*	AST,
TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*	!*
LSWRITE,13,	KBC,1	TIME,99	NEQIT,3000
	!*	AUTOTS,0	!*
	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*
	LSWRITE,15,	KBC,1	TIME,111
!!! LS 14		!*	AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,	!!! LS 16	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
14, LAST, ,	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,17,	KBC,1
, '10008', 'rth', ''	16, LAST, ,		!*
!*	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 18	TSRES,ERASE
OUTPR,ALL,AL	!*	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,19,
L,	OUTPR,ALL,AL	18, LAST, ,	
/GST,1	L,	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 20
!*	/GST,1	!*	LDREAD,TEMP,
OUTRES,ALL,L	!*	OUTPR,ALL,AL	20, LAST, ,
AST,	OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''
!*	AST,	/GST,1	!*
NEQIT,3000	!*	!*	OUTPR,ALL,AL
!*	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,
!*	!*	AST,	/GST,1
TIME,82	!*	!*	!*
AUTOTS,0	TIME,94	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L
NSUBST,2, , ,1	AUTOTS,0	!*	AST,
KBC,1	NSUBST,2, , ,1	!*	!*
!*	KBC,1	TIME,105	NEQIT,3000
TSRES,ERASE	!*	AUTOTS,0	!*
LSWRITE,14,	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*
	LSWRITE,16,	KBC,1	TIME,117
!!! LS 15		!*	AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,	!!! LS 17	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
15, LAST, ,	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,18,	KBC,1
, '10008', 'rth', ''	17, LAST, ,		!*
!*			TSRES,ERASE
OUTPR,ALL,AL			

LSWRITE,20,	KBC,1	TIME,144	NEQIT,3000
	!* TSRES,ERASE	AUTOTS,0	!* TIME,158
!!! LS 21	LSWRITE,22,	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,		KBC,1	NSUBST,2, , ,1
21,LAST, ,	!!! LS 23	!* TSRES,ERASE	KBC,1
, '10008','rth',''	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,24,	!* TSRES,ERASE
!* OUTPR,ALL,AL	23,LAST, ,		LSWRITE,26,
L,	, '10008','rth',''	!!! LS 25	
/GST,1	!* OUTPR,ALL,AL	LDREAD,TEMP,	!!! LS 27
!* OUTRES,ALL,L	L,	25,LAST, ,	LDREAD,TEMP,
AST,	/GST,1	, '10008','rth',''	27,LAST, ,
!* NEQIT,3000	!* OUTRES,ALL,L	!* OUTPR,ALL,AL	, '10008','rth',''
!* TIME,124	AST,	/GST,1	!* OUTPR,ALL,AL
AUTOTS,0	!* NEQIT,3000	!* OUTRES,ALL,L	L,
NSUBST,2, , ,1	!* TIME,137	AST,	/GST,1
KBC,1	AUTOTS,0	!* NEQIT,3000	!* OUTRES,ALL,L
!* TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!* TIME,151	AST,
LSWRITE,21,	KBC,1	AUTOTS,0	!* NEQIT,3000
	!* TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!* TIME,165
!!! LS 22	LSWRITE,23,	KBC,1	AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,		!* TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
22,LAST, ,	!!! LS 24	LSWRITE,25,	KBC,1
, '10008','rth',''	LDREAD,TEMP,		!* TSRES,ERASE
!* OUTPR,ALL,AL	24,LAST, ,	!!! LS 26	LSWRITE,27,
L,	, '10008','rth',''	LDREAD,TEMP,	
/GST,1	!* OUTPR,ALL,AL	26,LAST, ,	!!! LS 28
!* OUTRES,ALL,L	L,	, '10008','rth',''	LDREAD,TEMP,
AST,	/GST,1	!* OUTPR,ALL,AL	28,LAST, ,
!* NEQIT,3000	!* OUTRES,ALL,L	L,	, '10008','rth',''
!* TIME,130	AST,	/GST,1	!* OUTPR,ALL,AL
AUTOTS,0	!* NEQIT,3000	!* OUTRES,ALL,L	L,
NSUBST,2, , ,1	!* TIME,144	AST,	/GST,1
	AUTOTS,0	!* NEQIT,3000	!* TIME,158
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,165
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,179
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,193
	LSWRITE,21,	!* AUTOTS,0	!* TIME,207
		!* AUTOTS,0	!* TIME,221
	!!! LS 22	!* AUTOTS,0	!* TIME,235
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,249
	22,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,263
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,277
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,291
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,305
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,319
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,333
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,347
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,361
	!* TIME,124	!* AUTOTS,0	!* TIME,375
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,389
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,403
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,417
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,431
	LSWRITE,21,	!* AUTOTS,0	!* TIME,445
		!* AUTOTS,0	!* TIME,459
	!!! LS 23	!* AUTOTS,0	!* TIME,473
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,487
	23,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,501
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,515
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,529
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,543
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,557
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,571
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,585
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,599
	!* TIME,137	!* AUTOTS,0	!* TIME,613
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,627
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,641
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,655
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,669
	LSWRITE,23,	!* AUTOTS,0	!* TIME,683
		!* AUTOTS,0	!* TIME,697
	!!! LS 24	!* AUTOTS,0	!* TIME,711
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,725
	24,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,739
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,753
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,767
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,781
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,795
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,809
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,823
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,837
	!* TIME,144	!* AUTOTS,0	!* TIME,851
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,865
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,879
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,893
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,907
	LSWRITE,24,	!* AUTOTS,0	!* TIME,921
		!* AUTOTS,0	!* TIME,935
	!!! LS 25	!* AUTOTS,0	!* TIME,949
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,963
	25,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,977
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,991
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,1005
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1019
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1033
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,1047
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1061
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,1075
	!* TIME,151	!* AUTOTS,0	!* TIME,1089
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,1103
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1117
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1131
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,1145
	LSWRITE,25,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1159
		!* AUTOTS,0	!* TIME,1173
	!!! LS 26	!* AUTOTS,0	!* TIME,1187
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1201
	26,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1215
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,1229
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,1243
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1257
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1271
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,1285
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1299
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,1313
	!* TIME,158	!* AUTOTS,0	!* TIME,1327
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,1341
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1355
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1369
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,1383
	LSWRITE,26,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1397
		!* AUTOTS,0	!* TIME,1411
	!!! LS 27	!* AUTOTS,0	!* TIME,1425
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1439
	27,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1453
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,1467
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,1481
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1495
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1509
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,1523
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1537
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,1551
	!* TIME,165	!* AUTOTS,0	!* TIME,1565
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,1579
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1593
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1607
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,1621
	LSWRITE,27,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1635
		!* AUTOTS,0	!* TIME,1649
	!!! LS 28	!* AUTOTS,0	!* TIME,1663
	LDREAD,TEMP,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1677
	28,LAST, ,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1691
	, '10008','rth',''	!* AUTOTS,0	!* TIME,1705
	!* OUTPR,ALL,AL	!* AUTOTS,0	!* TIME,1719
	L,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1733
	/GST,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1747
	!* OUTRES,ALL,L	!* AUTOTS,0	!* TIME,1761
	AST,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1775
	!* NEQIT,3000	!* AUTOTS,0	!* TIME,1789
	!* TIME,179	!* AUTOTS,0	!* TIME,1803
	AUTOTS,0	!* AUTOTS,0	!* TIME,1817
	NSUBST,2, , ,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1831
	KBC,1	!* AUTOTS,0	!* TIME,1845
	!* TSRES,ERASE	!* AUTOTS,0	!* TIME,1859
	LSWRITE,28,	!* AUTOTS,0	!* TIME,1873
		!* AUTOTS,0	!* TIME,1887

OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 34
AST,	/GST,1	!*	LDREAD,TEMP,
!*	!*	OUTPR,ALL,AL	34, LAST, ,
NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''
!*	AST,	/GST,1	!*
!*	!*	!*	OUTPR,ALL,AL
TIME,172	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,
AUTOTS,0	!*	AST,	/GST,1
NSUBST,2, , ,1	!*	!*	!*
KBC,1	TIME,186	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L
!*	AUTOTS,0	!*	AST,
TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*	!*
LSWRITE,28,	KBC,1	TIME,200	NEQIT,3000
	!*	AUTOTS,0	!*
	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*
	LSWRITE,30,	KBC,1	TIME,215
!!! LS 29		!*	AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,	!!! LS 31	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
29, LAST, ,	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,32,	KBC,1
, '10008', 'rth', ''	31, LAST, ,		!*
!*	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 33	TSRES,ERASE
OUTPR,ALL,AL	!*	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,34,
L,	OUTPR,ALL,AL	33, LAST, ,	
/GST,1	L,	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 35
!*	/GST,1	!*	LDREAD,TEMP,
OUTRES,ALL,L	!*	OUTPR,ALL,AL	35, LAST, ,
AST,	OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''
!*	AST,	/GST,1	!*
NEQIT,3000	!*	!*	OUTPR,ALL,AL
!*	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,
!*	!*	AST,	/GST,1
TIME,179	!*	!*	!*
AUTOTS,0	TIME,193	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L
NSUBST,2, , ,1	AUTOTS,0	!*	AST,
KBC,1	NSUBST,2, , ,1	!*	!*
!*	KBC,1	TIME,208	NEQIT,3000
TSRES,ERASE	!*	AUTOTS,0	!*
LSWRITE,29,	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*
	LSWRITE,31,	KBC,1	TIME,222
!!! LS 30		!*	AUTOTS,0
LDREAD,TEMP,	!!! LS 32	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1
30, LAST, ,	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,33,	KBC,1
, '10008', 'rth', ''	32, LAST, ,		!*
!*			TSRES,ERASE
OUTPR,ALL,AL			

LSWRITE,35,	KBC,1	TIME,250	!*
	!*	AUTOTS,0	!*
!!! LS 36	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	TIME,7200
LDREAD,TEMP,	LSWRITE,37,	KBC,1	AUTOTS,0
36,LAST, ,		!*	NSUBST,30, , ,1
, '10008', 'rth', ''	!!! LS 38	TSRES,ERASE	KBC,1
!*	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,39,	!*
OUTPR,ALL,AL	38,LAST, ,		TSRES,ERASE
L,	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 40	LSWRITE,41
/GST,1	!*	LDREAD,TEMP,	
!*	OUTPR,ALL,AL	40,LAST, ,	
OUTRES,ALL,L	L,	, '10008', 'rth', ''	
AST,	/GST,1	!*	
!*	!*	OUTPR,ALL,AL	
NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	L,	
!*	AST,	/GST,1	
!*	!*	!*	
TIME,230	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	
AUTOTS,0	!*	AST,	
NSUBST,2, , ,1	!*	!*	
KBC,1	TIME,243	NEQIT,3000	
!*	AUTOTS,0	!*	
TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	!*	
LSWRITE,36,	KBC,1	TIME,257.6	
	!*	AUTOTS,0	
	TSRES,ERASE	NSUBST,2, , ,1	
	LSWRITE,38,	KBC,1	
!!! LS 37		!*	
LDREAD,TEMP,	!!! LS 39	TSRES,ERASE	
37,LAST, ,	LDREAD,TEMP,	LSWRITE,40,	
, '10008', 'rth', ''	39,LAST, ,		
!*	, '10008', 'rth', ''	!!! LS 41	
OUTPR,ALL,AL	!*	LDREAD,TEMP,	
L,	OUTPR,ALL,AL	41,LAST, ,	
/GST,1	L,	, '10008', 'rth', ''	
!*	/GST,1	!*	
OUTRES,ALL,L	!*	OUTPR,ALL,AL	
AST,	OUTRES,ALL,L	L,	
!*	AST,	/GST,1	
NEQIT,3000	!*	!*	
!*	NEQIT,3000	OUTRES,ALL,L	
!*	!*	AST,	
TIME,236	!*	!*	
AUTOTS,0	!*	NEQIT,3000	
NSUBST,2, , ,1			

LAMPIRAN C
(PERHITUNGAN HEAT INPUT PER
SATUAN PANJANG)

a. Perhitungan *Heat Input* untuk amperemeter 100

➤ Untuk layer ke 1 (*root pass*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 100 \text{ A}$$

$$v = 59,26 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{59,26 \text{ sec}} = 5,063 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 100}{5,063}$$

$$= 0,8 \times 414,78$$

$$= 331,824 \text{ J/mm}$$

$$= 0,33182 \text{ Kj/mm}$$

➤ Untuk layer ke 2 (*hot pass 1*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 100 \text{ A}$$

$$v = 57,32 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{57,32 \text{ sec}} = 5,234 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 100}{5,234}$$

$$= 0,8 \times 401,23$$

$$= 320,984 \text{ J/mm}$$

$$= 0,32098 \text{ Kj/mm}$$

- Untuk layer ke 3 (*hot pass 2*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 100 \text{ A}$$

$$v = 69,45 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{69,45 \text{ sec}} = 4,319 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 100}{4,319}$$

$$= 0,8 \times 486,23$$

$$= 388,984 \text{ J/mm}$$

$$= 0,38898 \text{ Kj/mm}$$

- Untuk layer ke 4 (*capping*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 100 \text{ A}$$

$$v = 71,59 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{71,59 \text{ sec}} = 4,19 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 100}{4,19}$$

$$= 0,8 \times 501,19$$

$$= 400,952 \text{ J/mm}$$

$$= 0,40095 \text{ Kj/mm}$$

Perhitungan *Heat Input* untuk amperemeter 125

➤ Untuk layer ke 1 (*root pass*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 125 \text{ A}$$

$$v = 62,56 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{62,56 \text{ sec}} = 4,796 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots\dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 125}{4,796}$$

$$= 0,8 \times 547,79$$

$$= 438,232 \text{ J/mm}$$

$$= 0,43823 \text{ Kj/mm}$$

➤ Untuk layer ke 2 (*hot pass I*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 125 \text{ A}$$

$$v = 56,87 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{56,87 \text{ sec}} = 5,276 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots\dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 125}{5,276}$$

$$= 0,8 \times 497,54$$

$$= 398,032 \text{ J/mm}$$

$$= 0,39803 \text{ Kj/mm}$$

- Untuk layer ke 3 (*hot pass 2*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 125 \text{ A}$$

$$v = 66,78 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{66,78 \text{ sec}} = 4,493 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 125}{4,493}$$

$$= 0,8 \times 584,25$$

$$= 467,4 \text{ J/mm}$$

$$= 0,4674 \text{ Kj/mm}$$

- Untuk layer ke 4 (*capping*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 125 \text{ A}$$

$$v = 72,1 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{72,1 \text{ sec}} = 4,161 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 125}{4,161}$$

$$= 0,8 \times 630,86$$

$$= 504,688 \text{ J/mm}$$

$$= 0,50469 \text{ Kj/mm}$$

Perhitungan *Heat Input* untuk amperemeter 150

➤ Untuk layer ke 1 (*root pass*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 150 \text{ A}$$

$$v = 63,21 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{63,21 \text{ sec}} = 4,747 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 150}{4,747}$$

$$= 0,8 \times 663,58$$

$$= 430,864 \text{ J/mm}$$

$$= 0,53086 \text{ Kj/mm}$$

➤ Untuk layer ke 2 (*hot pass I*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 150 \text{ A}$$

$$v = 57,65 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{57,65 \text{ sec}} = 5,204 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 150}{5,204}$$

$$= 0,8 \times 605,31$$

$$= 484,248 \text{ J/mm}$$

$$= 0,48424 \text{ Kj/mm}$$

- Untuk layer ke 3 (*hot pass 2*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 150 \text{ A}$$

$$v = 67,89 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{67,89 \text{ sec}} = 4,419 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 150}{4,419}$$

$$= 0,8 \times 712,84$$

$$= 570,272 \text{ J/mm}$$

$$= 0,57027 \text{ Kj/mm}$$

- Untuk layer ke 4 (*capping*)

$$V = 21 \text{ volt}$$

$$I = 150 \text{ A}$$

$$v = 70,24 \text{ sec}$$

$$= \frac{300 \text{ mm}}{70,24 \text{ sec}} = 4,272 \text{ mm/sec}$$

$$Q_1 = 80\% \frac{V \cdot I}{v} \dots (1)$$

$$= \frac{80}{100} \frac{21 \times 150}{4,272}$$

$$= 0,8 \times 737,36$$

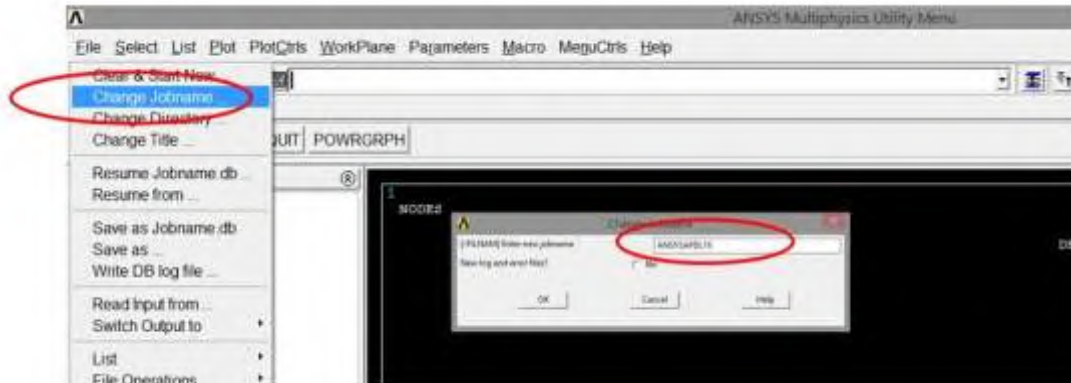
$$= 589,888 \text{ J/mm}$$

$$= 0,58988 \text{ Kj/mm}$$

LAMPIRAN D
(ALUR Pengerjaan *THERMAL*
***ANALYSIS*)**

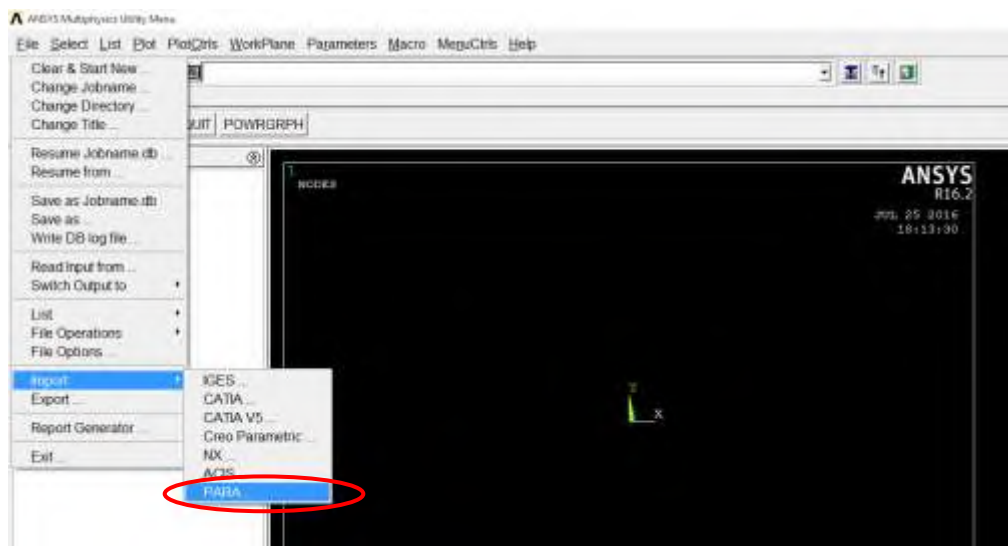
I. Membuat dan Operasi Geometri

1. Membuka *software* ANSYS Mechanical APDL
2. Memberikan nama *project* : File > Change Jobname



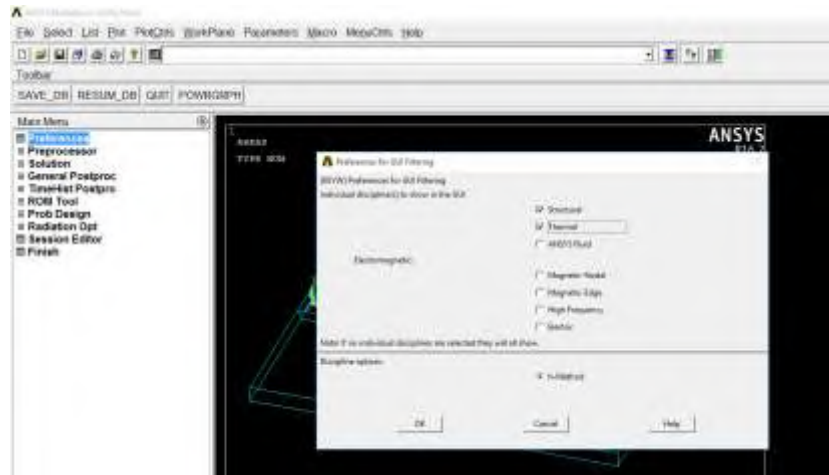
Gambar 1. Input “Job name”

3. Memasukkan model ke *software* : File > Import > PARA



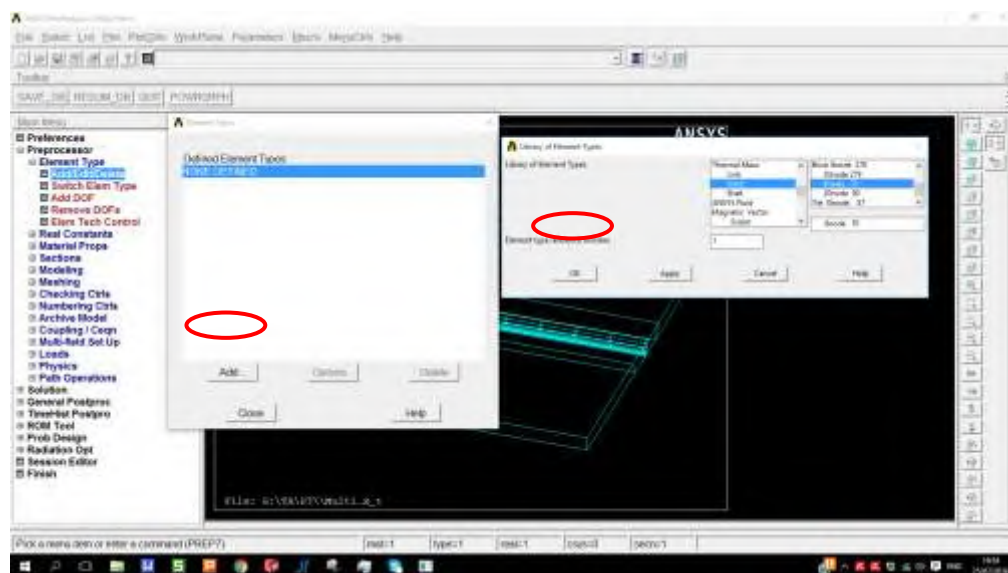
Gambar 2. Input Model

4. Menentukan *Preference*: Main Menu > Preference > Strucutral > Thermal



Gambar 3. Menentukan *Preference*

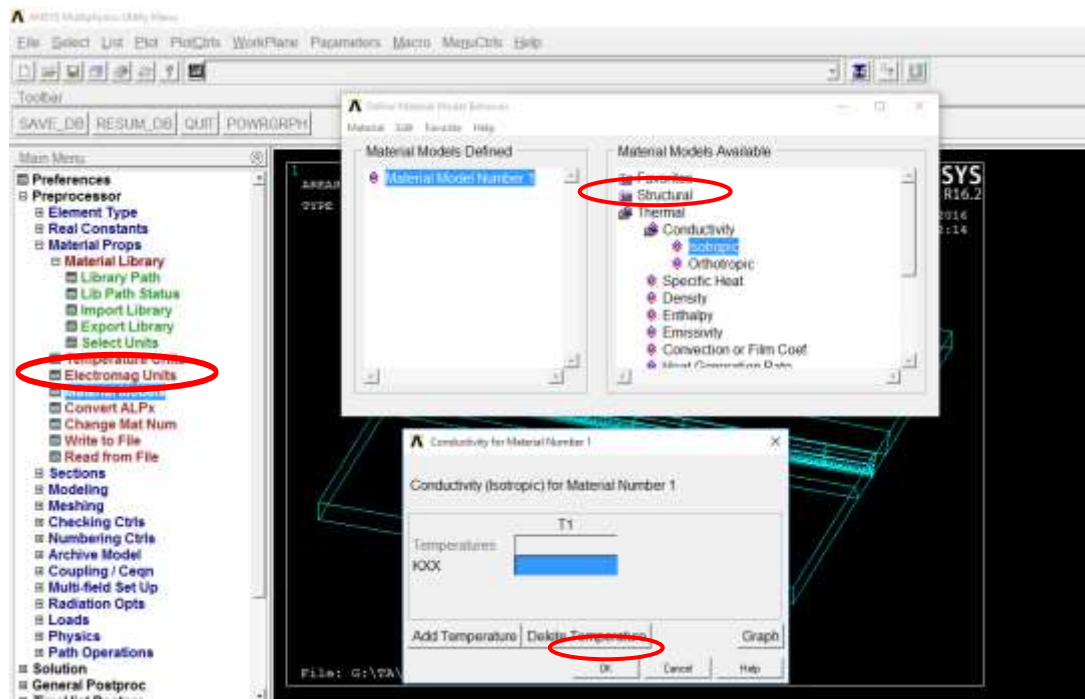
5. Menentukan Jenis Elemen: Main Menu > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete > Add > Solid > **8 Node 70** > OK > **20 Node 90** > OK



Gambar 4. Menentukan Jenis Elemen

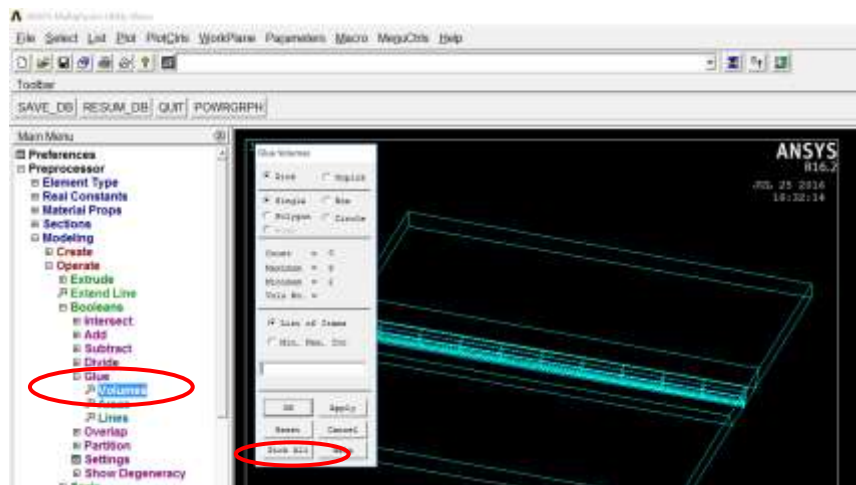
II. Input Thermal Properties

6. Input Material Properties : Main Menu > Preprocessor > Material Models > Thermal
> Mengisi data - data material properties thermal > OK



Gambar 5. Input Material Properties

7. Menggabungkan Material: Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Boolean > Glue > **Volume** > **Pick All**

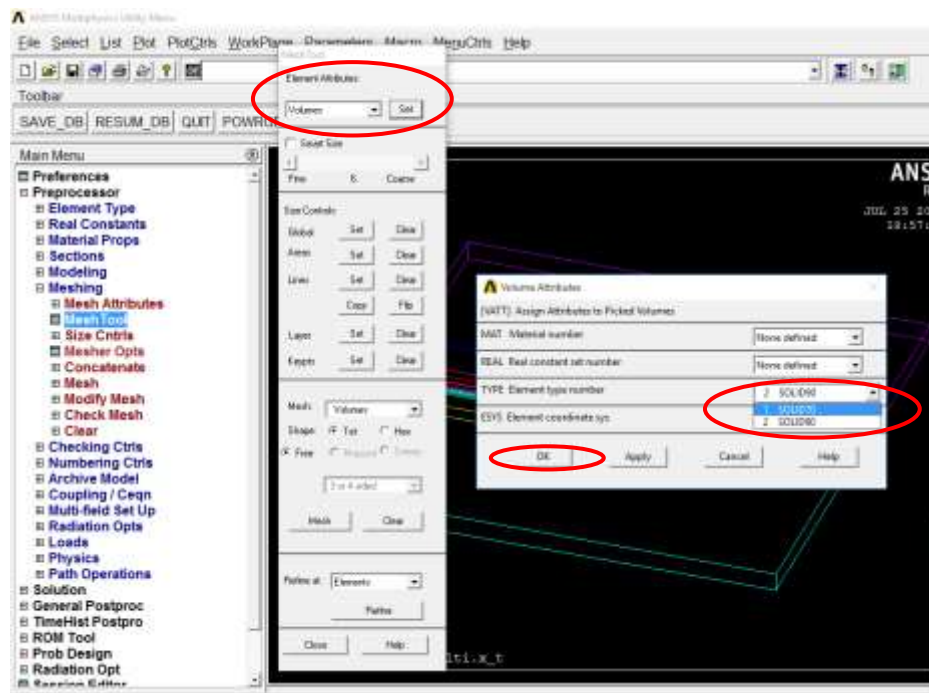


Gambar 6. Operasi Glue

III Meshing Model

8. *Defining Hexahedral*: Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Tool > **Volume** pada Element Attributes > Masukkan “**1 dan 2**” > OK > Pilih **SOLID 70** pada Element Type Number > OK

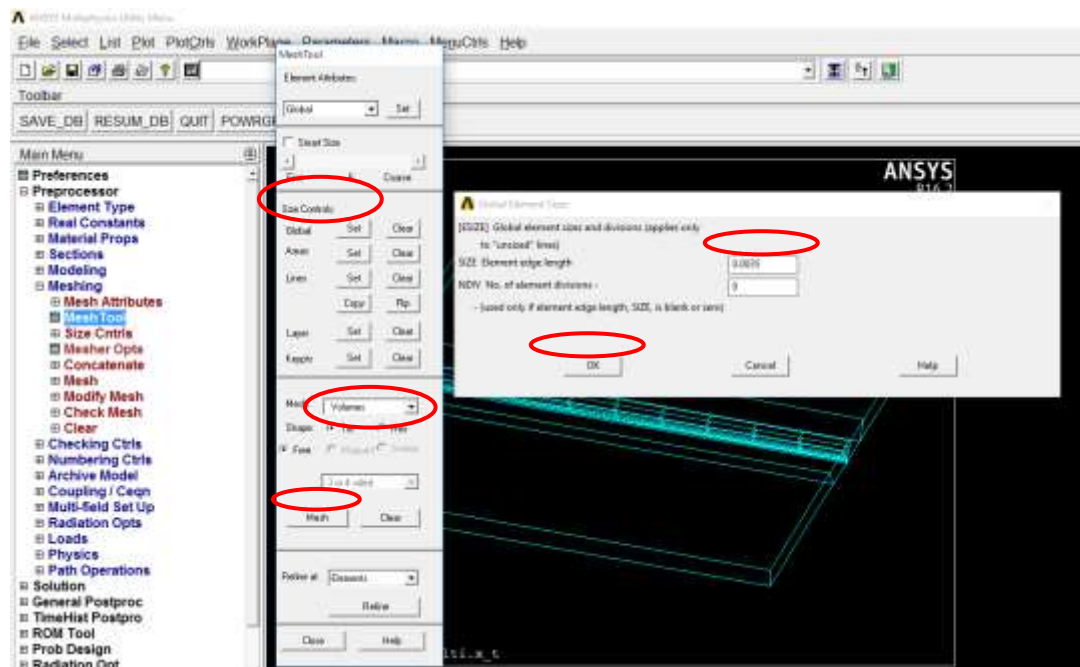
9. *Defining Tetrahedral*: Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Tool > **Volume** pada Element Attributes > Masukkan “**9, 10, 11, 12, 13, 14**” > OK > Pilih **SOLID 90** pada Element Type Number > OK



Gambar 7. Input Jenis Elemen pada Model

10. *Tetrahedral Meshing* : Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Tool > **Set** pada Size Control - Global > Masukkan “**0.0035**” sebagai panjang meshing dalam satuan meter pada Element Edge Length > Tet > Mesh

11. *Hexahedral Meshing* : Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Tool > **Set** pada Size Control - Global > Masukkan “**0.0075**” sebagai panjang meshing dalam satuan meter pada Element Edge Length > Hex > Mesh



Gambar 8. Running Meshing

IV. Write Environmental “Thermal”

12. Menyimpan Model : Main Menu > Preprocessor > Archive Model > Write > OK



Gambar 9. Write “Thermal”

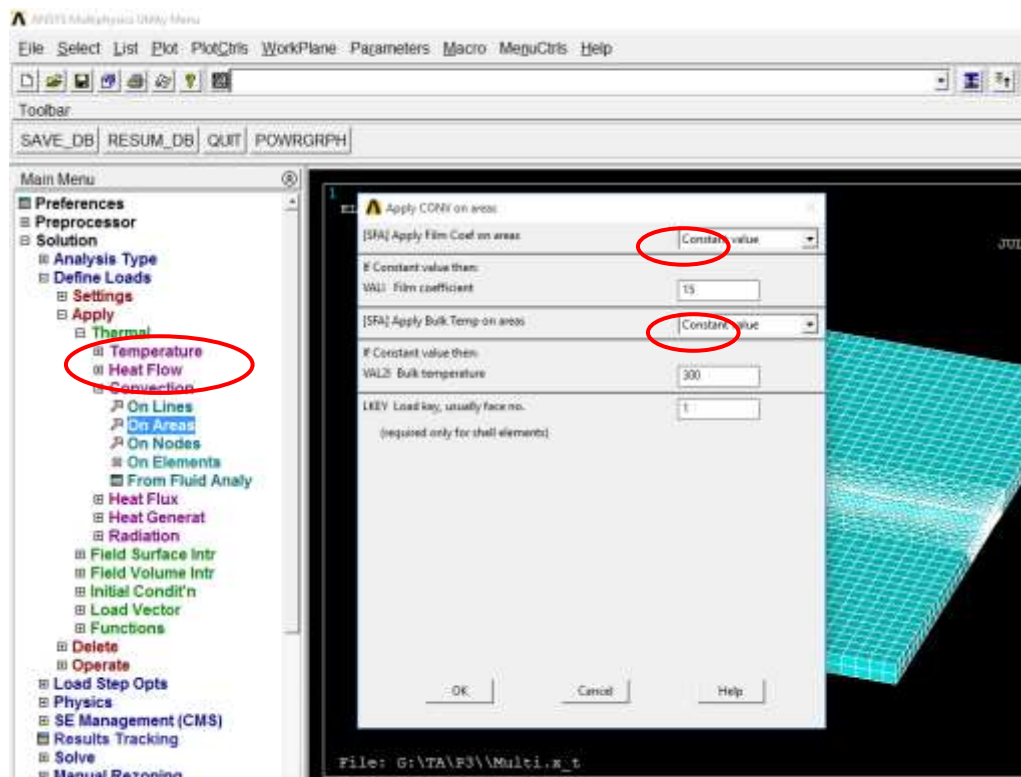
V. Switch Element Type, Input Structural Properties, Write Environmental “Structural”

13. Memasukkan *Material Properties Structural* : Main Menu > Preprocessor > Material Models > Structural > *Mengisi data - data material properties Structural* > OK

14. Mengulangi Langkah 12

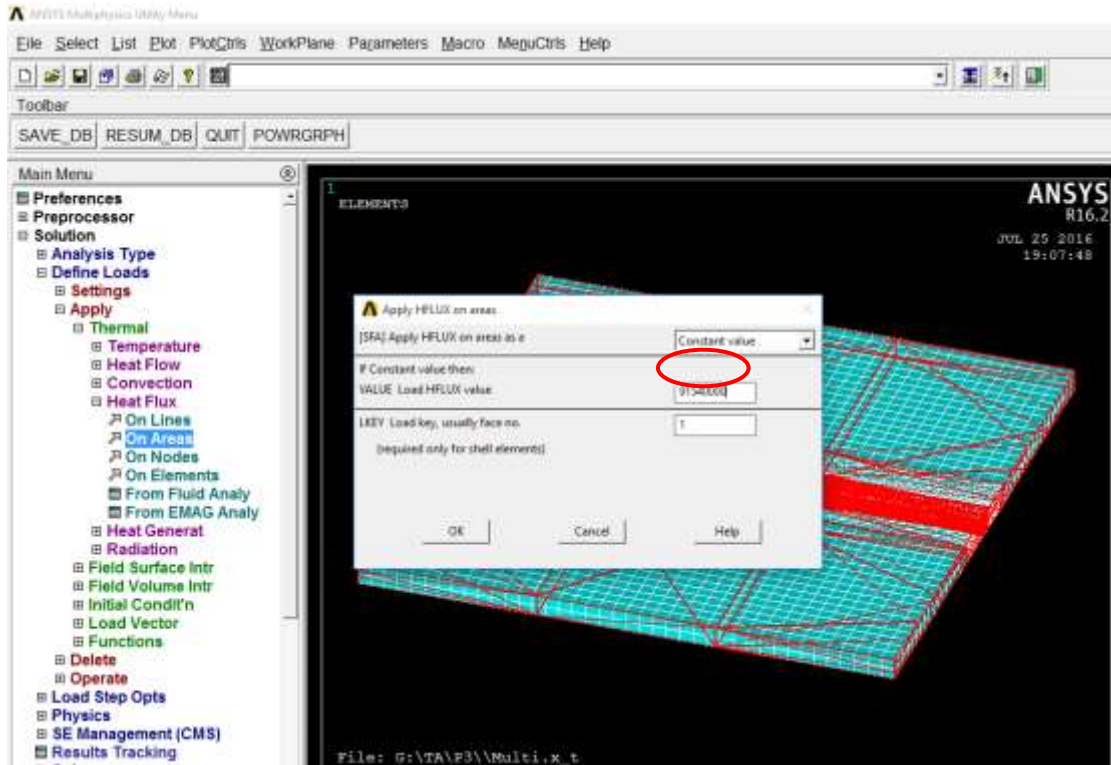
VI. Apply Heat Flux On Element dan Set Time Frequency

15. Aplikasi Konveksi : Main Menu > Solution > Define Load > Apply > Convection > On Areas > Pick All > Memasukkan “15” pada Film Coefficient > Memasukkan “300” pada bulk temperature sebagai suhu referensi dalam Kelvin > OK



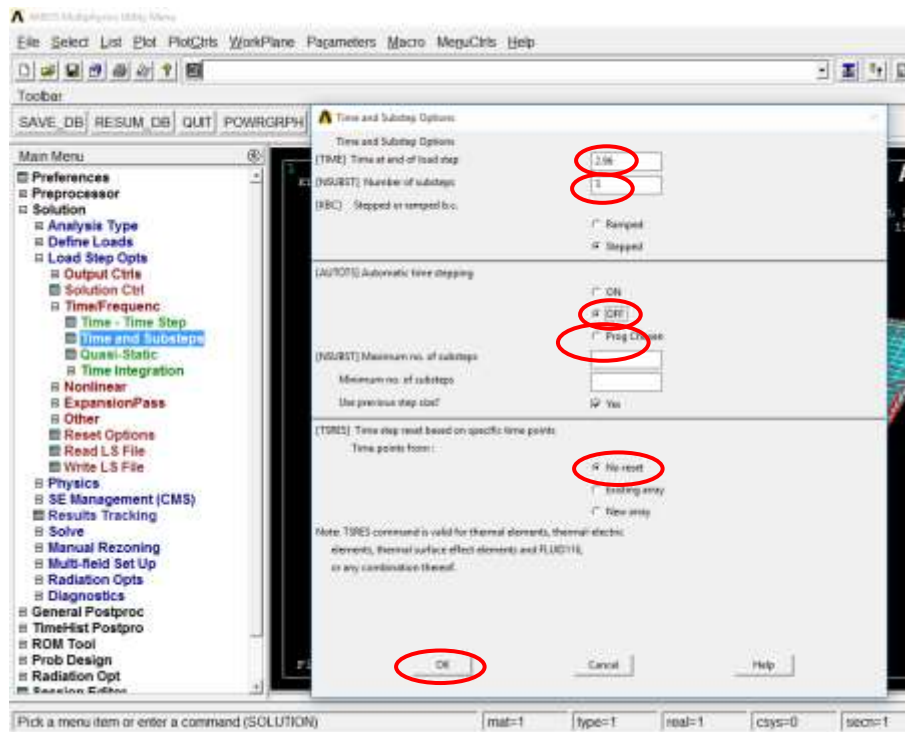
Gambar 10. Aplikasi Konveksi

16. Aplikasi *Heat Flux* : Main Menu > Solution > Define Load > Apply > Thermal > Heat Flux > On Area > **Masukkan nomor area sesuai load step** > Isi nilai *Heat Flux* pada Load HFLUX value > OK



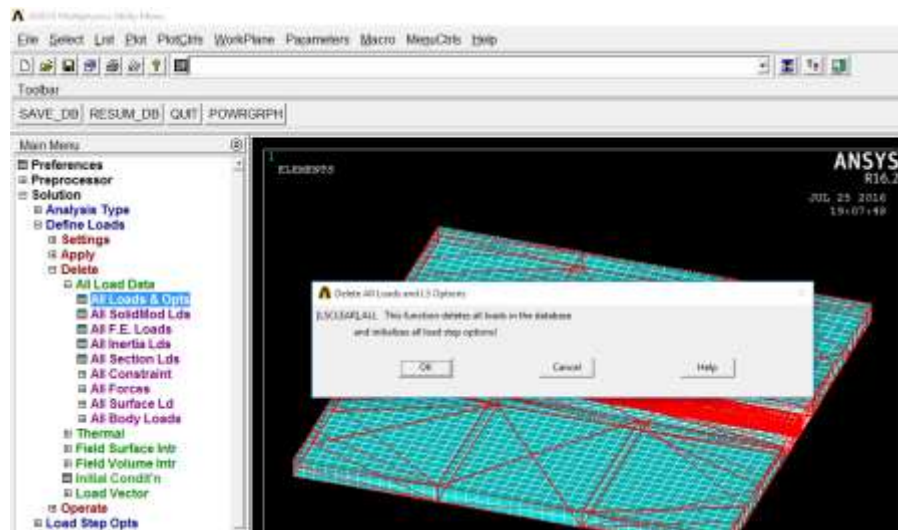
Gambar 11. Aplikasi *Heat Flux*

17. *Defining Load Step* : Main Menu > Solution > Load Step Option > Time/Frequency > Time and Substeps > Isi **Time at end of load step** sesuai dengan waktu pengelasan setiap load step > Isi **Number of substeps** senilai “2” atau “3” > Klik **OFF** pada automatic time stepping > Klik **No Reset** pada time points from > OK



Gambar 12. Menentukan Load Step

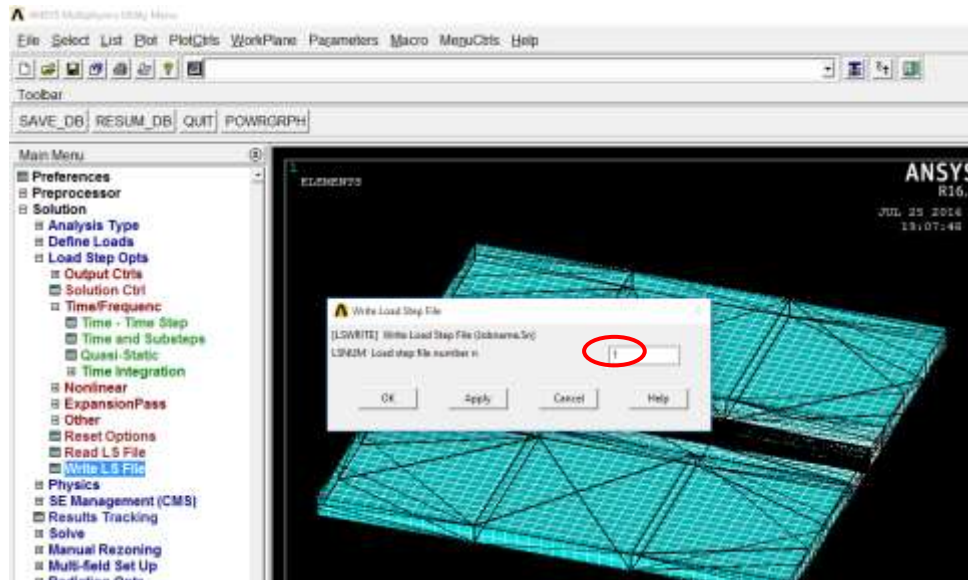
18. *Delete Data* : Main Menu > Solution > Define Load > Delete > All Load Data > All Loads & Opts > OK



Gambar 13. Penghapusan Beban *Thermal* Per Load Step

VII. Write Load Step 1 - n

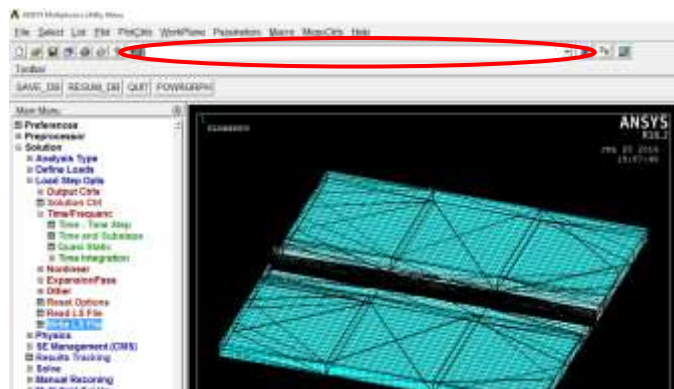
19. Input *Load Step Running Thermal* : Main Menu > Solution > Load Step Opts > Write LS > isi “1” sesuai nomor load step > OK



Gambar 14. *Write Load Step 1 - n*

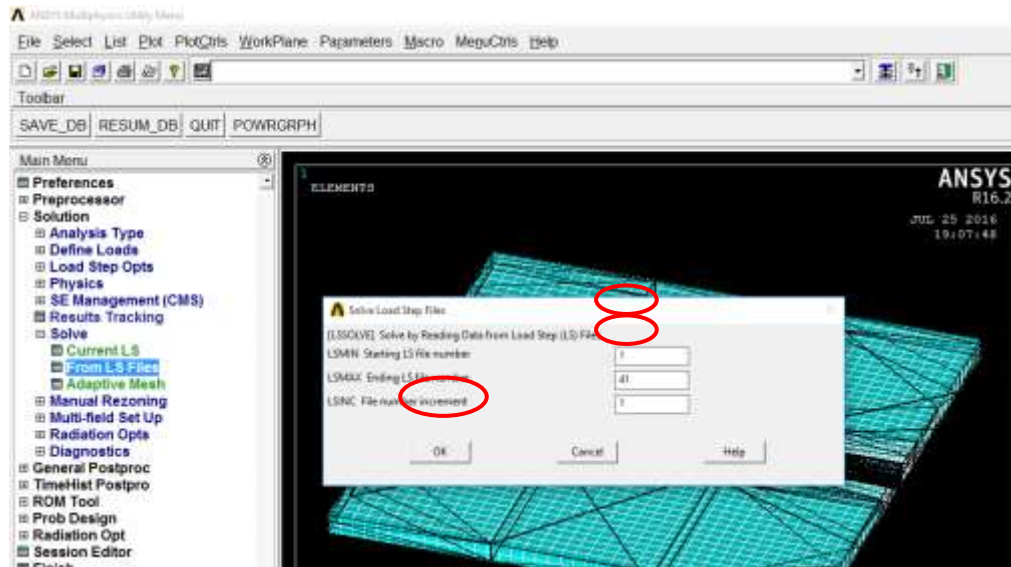
VIII. Solve Load Step 1 - n

20. Memasukkan kode pemrograman pada **LAMPIRAN A (THERMAL ANALYSIS)** sesuai dengan metode pengelasan baik single pass maupun multi pass pada kotak dialog command : Block Lampiran A (Thermal Analysis) > Klik Kanan pada Mouse > Copy > Paste > Tekan Enter pada Keyboard



Gambar 15. *Dialog Command*

21. Solve Load Step 1 - n: Main Menu > Solution > Solve > From LS Files > Isi nomor load step awal pada **LSMIN** > Isi nomor load step akhir pada **LSMAX** > OK

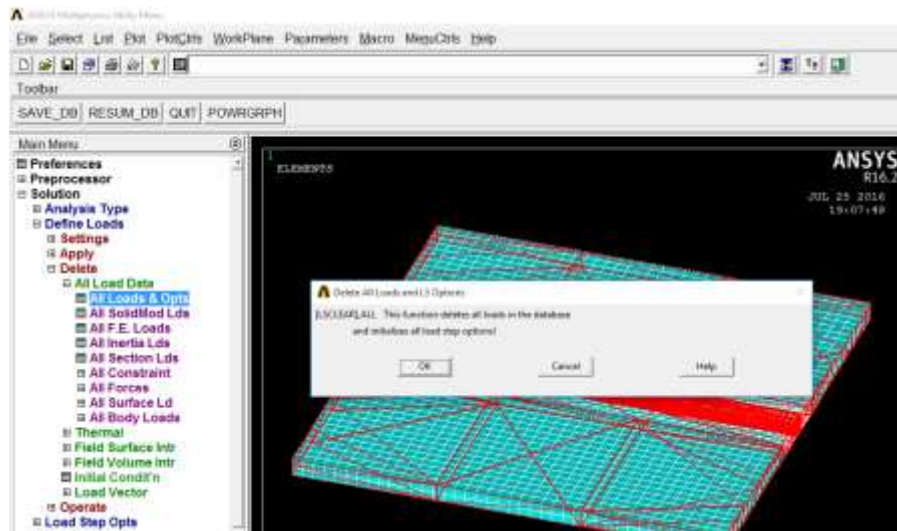


Gambar 16. *Solve Load Step*

LAMPIRAN E
(ALUR Pengerjaan *STRUCTURAL*
***ANALYSIS*)**

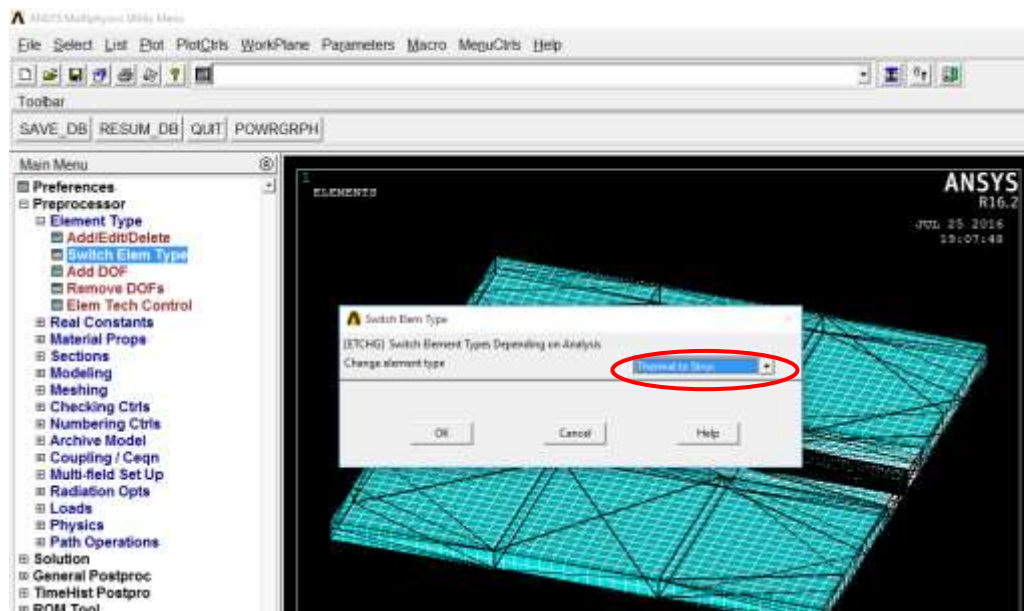
I. Read Environmental Structural

1. Menghapus hasil pembebanan *thermal* ; *Delete Data* : Main Menu > Solution > Define Load > Delete > All Load Data > All Loads & Opts > OK



Gambar 1. Penghapusan hasil pembebanan *Thermal*

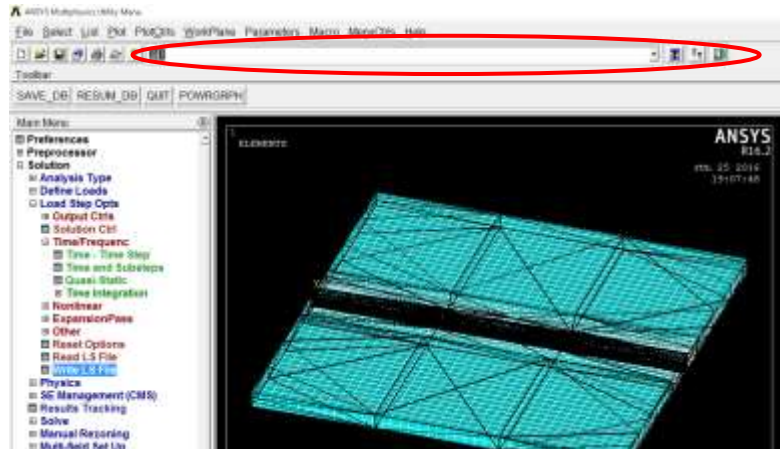
2. Mengubah jenis elemen ; Main Menu > Preprocessor > Switch Element Type > Pilih **Thermal to Struc** > OK



Gambar 2. Mengubah Jenis Elemen

II. Apply Displacement (Constraint)

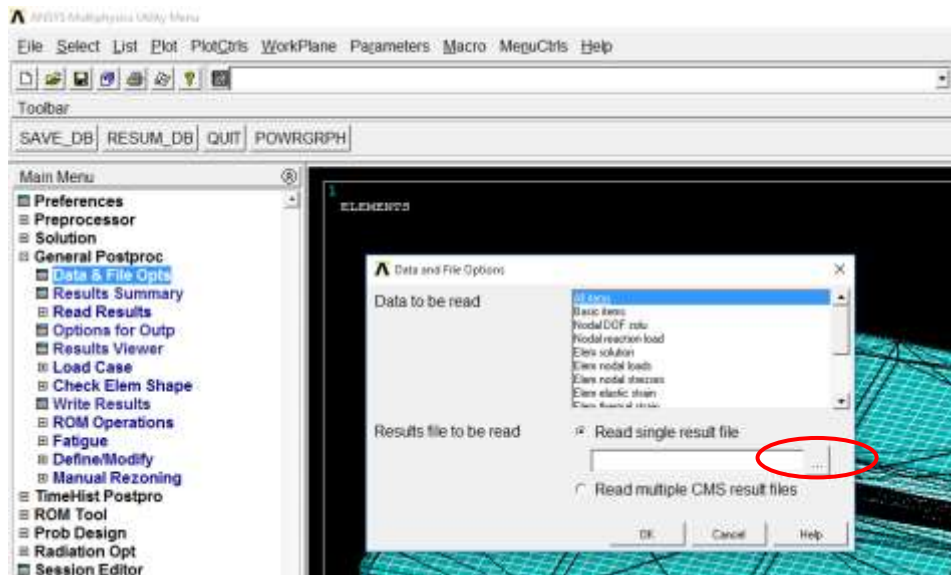
3. Aplikasi *Boundary Condition* : Memasukkan kode pemrograman **Boundary Condition** pada **LAMPIRAN B (STRUCTURAL ANALYSIS)** pada kotak dialog command :
Block Lampiran **Boundary Condition** pada Lampiran B (Structural Analysis) > Klik Kanan pada Mouse > Copy > Paste > Tekan Enter pada Keyboard



Gambar 3. Input Boundary Condition

III. Input Hasil Pembebanan Thermal

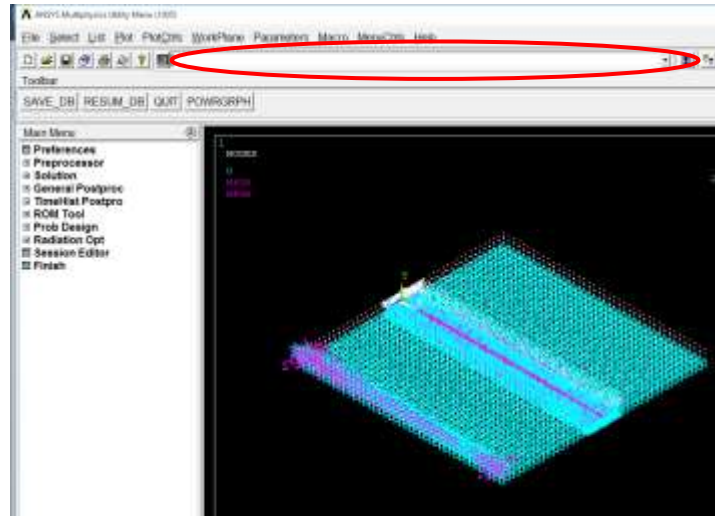
4. Input hasil *running thermal* : Main Menu > General Postproc > Data & File Opts > Input *file* hasil running *thermal* dalam format **.rth** > OK



Gambar 4. Input Hasil *Running Thermal*

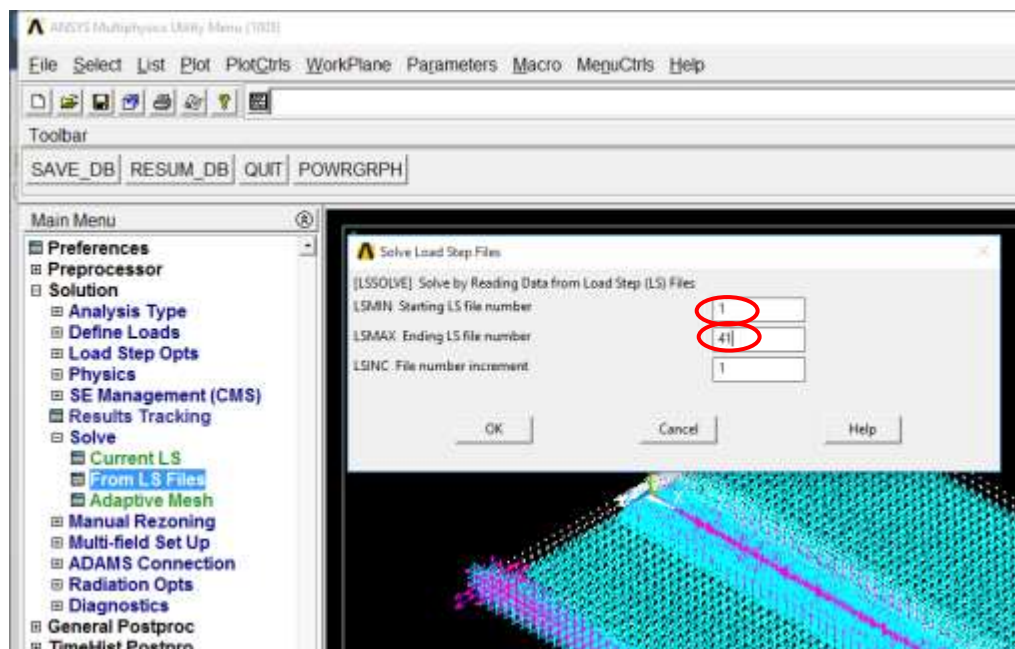
IV. Solve Load 1 - n

5. Input Load Step Structural : Memasukkan kode pemrograman **Load Step** pada **LAMPIRAN B (STRUCTURAL ANALYSIS)** pada kotak dialog command : Block Lampiran **Load Step** pada Lampiran B (Structural Analysis) > Klik Kanan pada Mouse > Copy > Paste > Tekan Enter pada Keyboard



Gambar 5. Input Load Step Structural

6. Solve Load 1 - n : Main Menu > Solution > Solve > From LS Files > Isi nomor load step awal pada **LSMIN** > Isi nomor load step akhir pada **LSMAX** > OK



Gambar 6. Solve Load Step Running Structural

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan memodelkan material menjadi dua model yaitu *single pass* dan *multi pass* maka didapatkan nilai tegangan sisa, distorsi dan perbandingan nilai distorsi antara hasil uji laboratorium dengan perhitungan numeris.

5.1 Kesimpulan

1. Proses pengelasan dengan nilai voltase 21 V dan variasi arus listrik 100A, 125A dan 150A serta hasil *Heat Input* yang sesuai dengan voltase dan variasi arus listrik tersebut secara berturut – turut senilai 1680 watt, 2100 watt dan 2520 watt pada material Aluminum 5083 dengan metode perhitungan numeris *single pass* menghasilkan nilai tegangan sisa senilai 116 MPa pada arus listrik 100 A, 120 MPa pada arus listrik 125 A dan 145 MPa pada arus listrik 150 A. Metode Perhitungan numeris *multi pass* menghasilkan tegangan sisa senilai 209 MPa pada arus listrik 100 A, 211 MPa pada arus listrik 125 A dan 214 MPa pada arus listrik 150 A. Berdasarkan data data tegangan sisa tersebut, disimpulkan bahwa setiap 25 Ampere kenaikan arus listrik dalam *range* 100 A hingga 150 A pada proses pengelasan, dapat mengimplikasikan peningkatan nilai tegangan sisa dengan rata rata persentase senilai 1.18%.

2. Proses pengelasan dengan nilai voltase 21 V dan variasi arus listrik 100A, 125A dan 150A serta hasil *Heat Input* yang sesuai dengan voltase dan variasi arus listrik tersebut secara berturut – turut senilai 1680 watt, 2100 watt dan 2520 watt pada material Aluminum 5083 dengan metode perhitungan numeris *single pass* menghasilkan nilai Distorsi senilai 0.97 mm pada arus listrik 100 A, 1.26 mm pada arus listrik 125 A dan 1.55 mm pada arus listrik 150 A. Metode Perhitungan numeris *multi pass* menghasilkan Distorsi maksimum senilai 2.05 mm pada arus listrik 100 A, 2.7 mm pada arus listrik 125 A dan 3.63 mm pada arus listrik 150 A.

Berdasarkan data data distorsi tersebut, disimpulkan bahwa setiap 25 Ampere kenaikan arus listrik dalam *range* 100 A hingga 150 A pada proses pengelasan, dapat mengimplikasikan peningkatan nilai distorsi maksimum dengan rata rata persentase senilai 33.05%.

3. Selisih nilai distorsi yang terjadi pada titik - titik uji material berdasarkan perhitungan secara numeris dan perhitungan melalui uji laboratorium dengan model *multi pass* terhadap variasi arus listrik pengelasan memiliki nilai bervariasi dengan nilai 0.5% sebagai selisih minimum dan 13.4% sebagai selisih maksimum dengan rata – rata selisih senilai 5.36%. Berdasarkan data selisih tersebut, maka didapatkan kesimpulan bahwa simulasi perhitungan menggunakan metode *multi-pass* atau simulasi utuh menghasilkan data yang relatif menyerupai nilai distorsi hasil uji laboratorium

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan running *thermal* pada material uji dengan menggunakan fasilitas *brith and death* pada *software ANSYS*
2. Melakukan simulasi perhitungan terhadap tegangan sisa dan distorsi pada aluminium 5083 pada material yang terhubung secara selain *Single V joint* seperti *Butt Joint* maupun *Fillet*.
3. Melakukan simulasi *treatment* suhu pada material yaitu *Post Weld Heat Treatment* (PWHT) untuk mendapatkan nilai tegangan sisa dan distorsi pada material
4. Memperhitungkan tegangan sisa dan distorsi dengan jenis meshing *hexahedral* menyeluruh atau jenis meshing lainnya dan jumlah nodal yang lebih tinggi dari 41219 nodal untuk mendapatkan nilai yang lebih *comprehensive*

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Bakhtiar Zamrhoni. 2011. *Analisa Tegangan Sisa Aluminium 5083 pada Hasil Pengelasan GMAW dengan Perlakuan Panas (Heat treatment)*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- ASME section IX. 2013. *Qualification Standard For Welding And Brazing Procedures, Welders, Brazers, And Welding And Brazing Operators*. New York : The American Society of Mechanical Engineers. New York.
- ASME Section II C. 2013. *Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals*. New York : The American Society of Mechanical Engineers. New York
- AWS D1.1.2000. *Standard Test Method for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. United Kingdom : SAI Global – ILI Publishing
- AWS D1.2.1997. *Structural Welding Code Aluminum*. Miami. American Welding Society
- Bradley, G.R., James. 2000. *Geometry and Microstructure of Metal Inert Gas and Friction Stir Welded Aluminium Alloy*
- Detta, M Safrizal R. 2015. *Analisa Pengaruh Pengelasan GMAW Terhadap Perubahan Distorsi pada Aluminum dengan Variasi Variabel Heat Input*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Genculu, Semih. 2007. *Structural Steel Welding*. Dakota : PDH Center
- James, M H. 2010. *Residual Stress Influences in Mechanical Engineering*. Plymouth. School of Marine Science & Engineering.
- Jones, Robert Michael. 2014. *Prediction of Residual Stress and Distortion from Residual Stress in Heat Treated and Machined Aluminum Parts*. San Jose. San Jose State University
- Kurniawan, Suhar C. 2009. *Analisa Perilaku Tegangan Sisa dan Distorsi Pada Sambungan Las dengan Variasi Sudut Bevel Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember

- Mutombo, Kalembe et al. 2011. *Corrosion Fatigue Behaviour of Aluminium 5083-H111 Welded Using Gas Metal Arc Welding Method*. University of Pretoria. Pretoria
- Pambudi, Agung. 2012. *Analisa Pengaruh Variasi Pengelasan Dua Sisi Material AH 36 Terhadap Distribusi Panas, Distorsi dan Tegangan Sisa Pada Pengelasan Fillet Joint*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Purwanto, Setyo. 2007. *Analisa Distorsi, Tegangan Sisa dan Distribusi Panas dengan Metode Elemen Hingga Pada Pengelasan Sambungan Pipa*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Putra, Arifin. 2008. *Analisa Tegangan Sisa dan Distorsi Pada Pengelasan Pipa Beda Jenis Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Syahroni, Nur. 2014. *Fatigue Assessment of Welded Joints Taking Into Account Effects of Residual Stress*. Trondheim. Skipnes Kommunikasjon-Norwegian University of Science and Technology
- Wirjosumarto, H. Okumura, Toshie. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita. Jakarta
- Withers, P J. 2007. *Residual Stress and Its Role in Failure*. Manchester. University of Manchester

BIODATA PENULIS



Satrio Muhammad dilahirkan di Surabaya pada tanggal 1 April 1994, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dengan menyelesaikan jenjang Pendidikan Dasar di SDN Kertaja XII, Surabaya pada tahun 2001-2006. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah di SMPN 6 Surabaya pada tahun 2006-2009 dan SMAN 15 Surabaya pada tahun 2009-2012. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama menempuh masa perkuliahan, Penulis turut aktif dalam beberapa kegiatan akademis maupun non-akademis. Pada bidang akademis, penulis pernah menjadi pembicara pada beberapa konferensi tingkat internasional seperti *The Fourth International Seminar On Environmental Engineering* pada tahun 2013 dan EBTKE CONEX pada tahun 2013. Pada bidang non akademis, penulis juga pernah aktif sebagai ketua divisi proyek dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan ITS, *Chief Financial Officer* pada acara *Ocean Engineering Exhibition and Competition* dan kepanitian di bidang dan *event* lainnya. Pada masa akhir perkuliahan, penulis memilih bidang pengelasan dan struktur dalam memenuhi persyaratan tugas akhir sehingga menghasilkan penelitian ini.

Kontak Penulis :

Email : satrio.em@gmail.com

Telepon : +62 878 541 31638